
22102099313

HANDBUCH

DER

ORTHOPÄDISCHEN CHIRURGIE

IN VERBINDUNG MIT

Prof. Dr. Dollinger in Budapest, Dr. Drehmann in Breslau, Geh. Sanitätsrat Prof. Dr. Heusner in Barmen, Geh. Medizinalrat Prof. Dr. Hoffa in Berlin, Prof. Dr. Hofmeister in Stuttgart, Prof. Dr. Kölliker in Leipzig, Dr. Krukenberg in Liegnitz, Prof. Dr. Lange in München, Regierungsrat Prof. Dr. Lorenz in Wien, Privatdozent Dr. Reiner in Wien, Privatdozent Dr. J. Riedinger in Würzburg, Sanitätsrat Dr. Schanz in Dresden, Privatdozent Dr. Schulthess in Zürich, Professor Dr. Wullstein in Halle

HERAUSGEGEBEN VON

PROF. DR. JOACHIMSTHAL

IN BERLIN



ERSTER BAND. ERSTE ABTEILUNG

ALLGEMEINER TEIL

MIT 283 ABBILDUNGEN IM TEXT



JENA
VERLAG VON GUSTAV FISCHER
1905—1907



Inhalt.

Operationen an den Weichteilen, Muskeln, Sehnen etc.

(Prof. Dr. **Fritz Lange**, München.)

Operationen am Skelettsystem.

(Geh. Medizinalrat Prof. Dr. **A. Hoffa**, Berlin).

ALLGEMEINER TEIL.



Wesen, Ursachen und Entstehung der Deformitäten.

Von

Privatdozent Dr. **J. Riedinger**, Würzburg.

I. Wesen der Deformitäten.

Obwohl sich die Orthopädie, besonders in therapeutischer Hinsicht, zu keiner Zeit ausschließlich auf das Gebiet der Deformitäten beschränkt hat, so ist doch die Hauptaufgabe dieses Spezialzweiges der Chirurgie der Ausbau der Lehre von den Deformitäten, sowohl was die Pathologie als die Therapie derselben betrifft, geblieben.

Das Wesen der Deformitäten ist verschieden definiert worden, je nach der Einschränkung, die man dem Begriff Deformität angedeihen ließ. Andry, von dem der Name Orthopädie bekanntlich stammt, sprach von Difformitäten und rechnete hierzu jede im Kindesalter nachweisbare Verunstaltung des menschlichen Körpers, wie die Hasenscharte, die Sommersprossen und das Anstoßen der Zunge beim Sprechen, demnach alles das, was man gewöhnlich als „Schönheitsfehler" bezeichnet. Der Aufschwung, den die Chirurgie am Ende des 18. und am Anfang des 19. Jahrhunderts zu nehmen begann, hat alsbald aber auch der Orthopädie zu einer genaueren Umgrenzung ihres Arbeitsgebietes verholfen, und nicht nur die besten Chirurgen des vorigen Jahrhunderts, sondern auch hervorragende Anatomen und Physiologen haben hierzu beigetragen. Es entstand der Begriff der Deformitäten, der schließlich unter dem Einfluß von Volkmanns und Hüters Arbeiten so eingeengt wurde, daß diese nur als Heterologie der Gelenkstellungen, verursacht durch pathologische Vorgänge an den Gelenkenden, und als Kontrakturen aufgefaßt wurden, während in der deutschen Literatur nur noch für die Verbiegung der Diaphysen der langen Röhrenknochen die Bezeichnung Difformität bestehen blieb, wie natürlich auch für die vorübergehende Form- und Stellungsabweichung bei den Frakturen und Luxationen.

Unter Deformität verstehen wir Verkrümmung. Am menschlichen Körper ist es jede bleibende Abweichung der Form, Stellung, am Skelett auch der Lage, der einzelnen Teile und Glieder desselben. Die Orthopädie beschäftigt sich aber heute nur noch mit denjenigen

Deformitäten, welche im Bewegungsapparat ihren Sitz haben und in ihrem Endeffekt Knochen und Gelenke betreffen. Sie hat natürlich auch auf diejenigen Zustände ihr Augenmerk zu richten, welche oft, aber nicht immer, mit Deformitäten kombiniert sind, wie die angeborenen Defekte der Knochen und die Ankylosen der Gelenke, ferner die angeborenen und spontanen Luxationen. Selbst diejenigen Zustände, welche nur durch Störung der Symmetrie des menschlichen Körpers den Eindruck einer Verkrümmung hervorrufen, wie die Mißbildungen durch Ueberzahl und der partielle Riesenwuchs, werden in der orthopädischen Literatur in Berücksichtigung gezogen. Grundsätzlich ist aber bei all dem darauf Gewicht zu legen, daß der Hauptbedeutung nach die Bezeichnung Deformität von den Form- und Haltungsfehlern der Knochen und Gelenke gebraucht wird. Es wird dann nicht notwendig sein, die besonders von älteren Autoren empfohlenen Ausdrücke Mißstaltung oder Verunstaltung zu übernehmen. Schon der gewöhnliche Sprachgebrauch schließt letztere Bezeichnungen aus.

Schon der Umstand, daß der von Andry im Jahre 1741 geschaffene Name Orthopädie unangefochten in die Literatur und in die Praxis eingeführt werden konnte, beweist, von welch nachhaltiger Bedeutung die Schrift Andrys gewesen ist. Letztere äußerte sich zunächst auf therapeutischem Gebiet, und es läßt sich denken, daß vor allem die Hauptverkrümmungen des Kindesalters, der Klumpfuß und die Skoliose, resp. Kyphose, in Angriff genommen wurden. Zu erwähnen sind als Therapeuten hauptsächlich Venel in der Schweiz, Scarpa in Italien, Boyer in Frankreich, Jörg und der Bandagist Heine in Deutschland.

Die erste ausführliche Theorie der Deformitäten schuf Delpech in Montpellier im Jahre 1828. Der von ihm vorgeschlagene Name Orthomorphie konnte sich aber nicht einbürgern und das Wort Orthopädie nicht verdrängen.

Bereits vor Delpech hatte Shaw auf die ungleiche Tätigkeit der Muskulatur beim Zustandekommen der Kontrakturen an den Extremitäten hingewiesen. Auch Duverney hatte in Bezug auf den Klumpfuß schon eine ähnliche Idee ausgesprochen, indem er bemerkte, daß von den gespannten Muskeln und Bändern der Fuß in eine fehlerhafte Richtung gezogen wird, während die erschlaffte Muskulatur keinen Gegenzug ausübt. Delpech verallgemeinerte aber diese Theorien auf die Deformitäten des ganzen Körpers. Das hauptsächlichste Moment nach Delpech ist die Muskelschwäche, resp. die Paralyse. Die Knochen sind der Macht der Antagonisten überlassen, und diese Macht, die sonst darauf berechnet war, das Gleichgewicht zu erhalten, ist infolge permanenter Verkürzung der Muskeln ausreichend, um eine Deformität zu erzeugen. Derselbe Zustand, der die Muskelschwäche erzeugt, kann nun in seiner weiteren Wirkung auch die Knochen beeinträchtigen, die an und für sich als Gewebe in der Ernährung am tiefsten stehen und deshalb von allgemeineren Ernährungsstörungen zuletzt befallen werden. In dieser Weise faßt Delpech auch die Rachitis auf.

Soweit die Verkrümmungen von Veränderungen im aktiven Bewegungsapparat abhängen, gab Delpech noch eine zweite Entstehungsart an, nämlich die durch Nervenreizung in den Muskeln erzeugte permanente Kontraktion. Somit besteht das Wesen der erworbenen Deformitäten nach Delpech entweder in einer Paralyse oder in einer Kontraktur.

Bei angeborenen Kontrakturen, wie beim Klumpfuß, nimmt Delpech fernerhin auch noch mangelhafte Entwickelung infolge Störung der Innervation an. Delpech empfahl bekanntlich auch die Ausführung der zuerst von dem Frankfurter Arzt Thilenius (1784) beim Klumpfuß angewandten Tenotomie bei der Behandlung der Deformitäten, ein Verfahren, durch welches sich bald danach Stromeyer eine nicht geringe Berühmtheit verschaffte.

Delpech ist für die Lehre von den Deformitäten gewissermaßen noch der Repräsentant der alten systematisierenden Medizin. Er konnte keinen anderen Standpunkt einnehmen, da zu seiner Zeit noch keine pathologisch-anatomischen Untersuchungen vorhanden waren, auf welche er seine Theorie hätte begründen können. Aber auch lange Zeit nach Delpech erhielt sich die Anschauung, daß die Deformitäten auf einer Störung des Gleichgewichts in der Leistungsfähigkeit der Muskeln beruhen. Scheinbar wurde diese Lehre vom Muskelantagonismus durch die klassischen Untersuchungen Duchennes über die Physiologie der Bewegungen gestützt. So gründlich und wertvoll auch diese Untersuchungen waren, sie konnten doch nicht in nachhaltiger Weise für die Lehre von den Deformitäten verallgemeinert werden. Die Verallgemeinerung eines einzigen ursächlichen Prinzips war nur möglich unter Geringschätzung der inneren pathologischen Vorgänge. Auf klinischem Wege allein läßt sich eben das Wesen der Deformitäten nicht bestimmen, auch war ohne Differenzierung der Ursachen kein klarer Einblick in alle Formen der Deformitäten möglich. Welcher Scharfsinn aufgeboten wurde, um gestörten Muskelantagonismus als Ursache für die Entstehung von Deformitäten nachzuweisen, beweist die Schrift M. Eulenburgs über die seitlichen Rückgratsverkrümmungen (1876), worin die Relaxation der konvexseitigen Rückenmuskulatur als die primäre Ursache der Skoliose bezeichnet wird. Er versteht darunter die relativ zu geringe Kontraktionsenergie der gedehnten Muskeln an der Konvexität der skoliotischen Krümmung. Die Rachitis bezeichnete Eulenburg als eine relativ seltene Krankheit, die sicher nur in den ersten Lebensjahren nachgewiesen ist.

Die Anhänger der myopathischen Theorien der Skoliose konnten sich darüber nicht einig werden, ob die einseitige Erkrankung der Muskulatur rechts oder links, am Thorax- oder am Lendengebiet zu suchen ist, warum also dieselbe je nach dem Auftreten der ersten prägnanten Symptome einmal rechts oben, ein anderes Mal links unten ihren Sitz hat. Die myopathischen Theorien erklärten auch nicht, wie es kommt, daß Deformitäten bei muskelstarken Individuen ebenso gut vorkommen können wie bei muskelschwachen, daß ferner die Häufigkeit des Auftretens der Deformitäten in den Jahren des Knochenwachstums prävaliert.

Die Antagonistentheorie, nach welcher also die Knochenveränderungen als direkte Fortsetzung der durch die ursprüngliche Störung in der Muskeltätigkeit bedingten Asymmetrie der Haltung aufzufassen wäre, mußte daran scheitern, daß zu ihrer Erklärung die Annahme einer fortgesetzten Kontraktion der intakt gebliebenen Antagonisten notwendig war. Man glaubte, dem Tonus der Antagonisten diese Wirkung zuschreiben zu sollen. Der Tonus kann, besonders nach der Anschauung älterer französischer Autoren, weiterhin zur undehnbaren permanenten Verkürzung, d. h. zur Retraktion führen. Bezeichnend für diese Lehre von der antagonistischen Retraktion ist die Konsequenz, welche in der therapeutischen Verirrung Guérins liegt, der z. B. bei der Skoliose eine ausgiebige Durchschneidung der angeblich hemmenden, aktiv retrahierten Rückenmuskeln empfahl und ausübte.

Diese Ausführungen mögen nicht so verstanden werden, daß es von jeher nicht auch Autoren gegeben habe, welche die primären Veränderungen weniger in den aktiven Lokomotionsapparat des Körpers, in die Muskeln, als vielmehr in den passiven Knochen- oder Bandapparat verlegten oder die Ursachen in entfernteren, statischen und individuellen Ursachen suchten. Eine Reihe dieser Ansichten finden wir ja bereits in einer Zeit vertreten, die über das vorige Jahrhundert hinausreicht. So findet sich bereits in Glissons einst hochberühmtem Buche über die Rachitis aus dem Ende des 17. Jahrhunderts die Ansicht vertreten, daß asymmetrisches Wachstum der Skoliose zu Grunde liegt. Es sind ferner schon weit über 100 Jahre, daß Sabatier mit der Beobachtung, daß sich in der Gegend der Umbiegungsstelle der Aorta, wahrscheinlich infolge Druckes derselben, eine Konkavität der Wirbelsäule nach links bilde, die Lehre von der physiologischen Seitenkrümmung begründete, welche später hauptsächlich von Jalade-Lafond, Parow, Bühring und Bouvier für die Entstehung der Skoliose verantwortlich gemacht wurde. Schon damals waren den Aerzten mehrere Ansichten über die Entstehung der Deformitäten geläufig. So galten als weitere Ursachen einseitige Belastung und Beschäftigung, Schlaffheit und Schwäche der Bänder, Wachstums- und Ernährungsstörungen der Knochen, erbliche Anlage, Körperschwäche, angeborene Rechtshändigkeit, ungleiche Länge der Extremitäten, Senkung des Beckens etc. Was den ligamentösen Apparat anbelangt, so sind hauptsächlich die Ansichten von Stromeyer und Malgaigne bemerkenswert, welche den Ligamenten die gleichen Eigenschaften zuschrieben, wie andere Autoren den Muskeln, nämlich Erschlaffung auf der einen Seite und Retraktion auf der anderen. Den Tonus der ligamentösen Apparate ließ man ebenfalls vom Nervensystem abhängig sein. Den Zustand den Erschlaffung der Bänder durch Störung der Innervation nannte man Atonie der Bänder. Die Atonie der Bänder spielte in der Aetiologie des Pes valgus, Genu valgum, auch der Skoliose, eine große Rolle. So sagt Stromeyer: „Das Wesen des Plattfußes besteht offenbar in einer Atonie der Aponeurosis plantaris und der Ligamenta, welche die Knochen des Tarsus untereinander und mit den Knochen des Unterschenkels verbinden“, ferner: „Eine Atonie der am Unterschenkel liegenden Muskeln für den Fuß als mitwirkend bei dem Plattfuße anzunehmen, ist durchaus kein Grund vorhanden, denn bei einigermaßen schlimmen Fällen finden sich sämtliche Muskeln in einem so gespannten Zustand, daß an Atonie derselben nicht zu denken ist.“ Stromeyer empfahl deshalb innere und äußere Mittel zur Wiederherstellung des Tonus in den Gelenkbändern. Noch lange Zeit sprach man von einem atonischen Plattfuß (Roser) etc. Zum Beweis dafür, wie weit man sich aber auch gelegentlich von der Muskeltheorie entfernte, kann die Ansicht von Lorinser angeführt werden, der für jede Art der Skoliose einen Erweichungsprozeß der Wirbelknochen annimmt. Gegenüber den Muskeltheorien haben diese Anschauungen aber nur ephemere Bedeutung erlangt.

Zusammenfassend können wir sagen, daß die große Mehrzahl der Autoren, welche den Spuren von Delpech, Duchenne etc. gefolgt sind, ein primäres Ueberwiegen der Tätigkeit der konkavseitigen Muskulatur annimmt, und zwar entweder infolge ungleicher Verteilung der Arbeit mit einem Minus auf der konvexen Seite, ohne daß ursprünglich eine Läsion der Muskulatur zu Grunde lag, oder infolge einer a priori auftretenden, einseitigen, nutritiven oder funktionellen Läsion, deren End-

resultat die Retraktion, d. h. die passiv undehnbare permanente Verkürzung der Muskeln, oder Kontraktion, d. h. die passiv dehnbare permanente Verkürzung derselben darstellt. Beim Studium der Literatur kann man sich des Gedankens nicht erwehren, daß manche Muskeltheorie nur der Therapie zuliebe aufgestellt und verfochten wurde, auch ganz abgesehen von den energischen Vertretern der sogenannten schwedischen Heilgymnastik, wie von Neumann u. a. Hierfür sprechen auch die heftigen Angriffe Werners, der in 60 Thesen zu beweisen suchte, daß die Orthopädie durch die noch unvollkommene Lehre vom Leben des Muskels in eine verfehlte und verderbliche Richtung getrieben wurde. Er schrieb sich die Enthüllung der physiologischen Irrlehren vom Antagonismus und der steten Spannung der Muskeln zu und verwarf, indem er allerdings auch wieder viel zu weit ging, jede Therapie, die auf eine Besserung der Muskelfunktionen abzielt.

Die Uebertragung physiologischer Tatsachen auf die Pathologie darf, wenn sie zu unrichtigen Schlüssen Anlaß gibt, nicht der Physiologie selbst zur Last gelegt werden. Es muß dieser Grundsatz auch auf die Lehren von Duchenne Anwendung finden. Als ein zu weit gehender Schluß muß es zweifellos bezeichnet werden, wenn Duchenne annahm, daß z. B. die Skoliose auf eine Störung des Antagonismus der Rückenmuskulatur zurückzuführen ist, daß diese Störung durch mangelhafte Stärke und Wirkung der konvexseitigen Muskulatur zu stande kommt, daß ferner in jedem Fall nur die schlechte Haltung es ist, welche die bleibende Difformität hervorruft. Die Antagonistentheorie mußte deshalb fallen. Selbst für die Entstehung der reinen Kontrakturen verlor sie ihre Geltung. Für letztere schuf Seeligmüller die mechanisch-antagonistische Theorie, auf welche wir später zu sprechen kommen.

Auf die antagonistischen Theorien folgten die mechanischen Theorien, als deren Hauptvertreter Hüter und Volkmann betrachtet werden. Ehe wir auf dieselben näher eingehen, darf nicht verschwiegen werden, daß vor und neben Hüter und Volkmann eine Anzahl hervorragender Anatomen sich im Anschluß an ihre Untersuchungen über die spezielle Bewegungslehre, besonders über die Muskel- und Gelenkmechanik, auch mit den Deformitäten des menschlichen Körpers beschäftigt haben. Ich nenne nur die Gebrüder Weber, Aeby, Albert, Haughton, Ludwig, Fick, Meyer, Henke und Langer. Bekannt ist, daß die Charakterisierung des Plattfußes als Pes flexus abductus reflexus und des Klumpfußes als Pes flexus abductus inflexus von Henke stammt. Henke hat bereits die Deformitäten enger zusammengefaßt, indem er sie als Kontrakturen bezeichnete, welche mit einer von der normalen Mittellage abweichenden Form der Gelenkflächen einhergehen. Hierzu rechnete er nicht nur die Kontrakturen der Fußwurzel, sondern auch das Genu valgum und die Skoliose, da für jedes Gelenk mit einfacher Drehungsachse vier Formen der Kontraktur hinsichtlich der Richtung vorkommen können und die Richtung der Kontrakturen mit denen der Luxationen übereinstimmt.

Der Gedankengang Henkes war folgender:

Wenn eine mäßige Krafteinwirkung die eine der normal möglichen Bewegungen anhaltend begünstigt, so wird sie zunächst ein Vorherrschen derselben, eine Dislokation der von Langer so bezeichneten Mittellage des Gelenkes hervorbringen. In „offenen“ Gelenken, in denen eine Knochen-

hemmung nicht zu überwinden und der Bandapparat nachgiebig ist, kann sich ein Gelenk ohne weitere Veränderungen der Gelenkoberfläche in einer Stellung fixieren, die jenseits der Mittellage des Gelenkes liegt. Bei „geschlossenen" Gelenken hat die Verschiebung eine Grenze. Ist aber bei diesen die Wirkung der die Kontraktur bedingenden Kräfte noch nicht erschöpft, so üben sie da, wo das Hypomochlion für die Hebelbewegung liegt, einen anhaltenden Druck aus und verändern damit die Verteilung des Druckes zwischen den Gelenkflächen. Dieser Druck beeinträchtigt die Ernährung des Knochens, den er durch den Knorpelüberzug hindurch trifft, und verändert so die Form seiner Oberfläche. Diejenigen Teile der Gelenkfläche, welche dem Drucke ausgesetzt sind, werden zurückgedrängt, während die Form der vom Druck befreiten Teile unverändert bleibt. Auf letzteren schwindet nur der Knorpel, wie überall da, wo diesem der nötige Druck fehlt, z. B. an luxierten Gelenkköpfen. Eine Vermehrung des Druckes und eine allmähliche Eindrückung der Oberfläche findet auch da statt, wo es sich nicht um eine extreme Steigerung der normalen Bewegungen handelt, sondern um Bewegungen um normal nicht vorhandene Achsen, und zwar wieder da, wo im Falle einer Luxation durch Hebelwirkung das Hypomochlion liegen würde. Reine Beispiele dieser Art, die man nach Henke mit einer scheinbaren contradictio in adjecto bewegliche Kontrakturen nennen könnte, geben die seitlichen Verkrümmungen des Kniegelenkes, das daneben auch in beiden Extremen seiner Bewegung kontrahiert sein kann.

Hinsichtlich des Zustandekommens der Kontrakturen denkt Henke nicht allein an die Einwirkung der Muskeln auf die Gelenke, sondern auch an diejenigen Kräfte, in deren Ueberwindung die physiologische Leistung der Muskeln besteht, wie die Schwere. Diese Kräfte haben nicht weniger als die Muskeln Anteil an der Bestimmung der Mittellage eines Gelenkes. Henke faßt im Gegensatz zu Langer diese Mittellage nicht auf als eine aus dem Gleichgewicht der auf das Gelenk wirkenden Muskeln hervorgehende Mittelstellung, sondern als die Stellung der Gelenkenden gegeneinander, welche das Mittel aus allen beim normalen Gebrauch des Gliedes vorkommenden Stellungen darstellt, in der daher auch die Verteilung des Druckes das Mittel aller auf die Gelenkoberfläche wirkenden Kräfte darstellt. Bei diesem Wechsel der Stellungen und der Druckverteilungen und dieser Mittellage konkurrieren nicht nur die wechselnden Muskelzüge, sondern auch die ihnen widerstrebenden Kräfte. Aus der Störung des normalen Gleichgewichtes zwischen ihnen, und nicht nur aus der Störung des hypothetischen Gleichgewichtes der Antagonisten, das nur in vollständiger Ruhelage denkbar ist, gehen die Kontrakturen hervor. Henke rechnet also schon wesentlich mit der Einwirkung der Last beim Zustandekommen der Deformitäten. Besonders beim Plattfuß hebt er hervor, daß dieser nicht auf einem Ueberwiegen der stärkeren Muskeln, sondern auf einer unzureichenden Gegenleistung derselben gegen die Wirkung der Last des Körpers beruht, wenn ihnen zu viel zugemutet wird oder ihr Tonus oder ihre Innervation herabgesetzt ist. Eine derartige unzureichende Gegenwirkung der Muskulatur gegen die Wirkung der Last des Körpers konnte er beim angeborenen Klumpfuß nicht annehmen, weshalb er hier ein Ueberwiegen der stärkeren Muskulatur gegenüber der schwächeren gelten läßt. Als entferntere Ursachen führt er an Störungen der Innervation oder der Struktur der Muskeln selbst, z. B. Lähmung und Herabsetzung des Tonus der Antagonisten. Für die

Skoliose nahm HENKE ebenfalls ein pathologisches Uebermaß der Bewegungen infolge gestörten Gleichgewichtes zwischen der Leistung gewisser Muskeln und der ihr entgegenwirkenden Kraft an.

Die Ansicht von HENKE ist klar, sie lautet kurz:

In jedem Gelenk findet sich ein Zentrum des mittleren Druckes, welches die Resultierende aller auf das Gelenk einwirkenden Kräfte darstellt. Verschiebt sich dieses Zentrum dauernd, so werden die Gelenkenden deform. HENKE hat damit schon die Deformitäten im engeren Sinne gekennzeichnet, als deren wesentliches Merkmal später VOLKMANN ebenfalls die fehlerhafte Konformation der Gelenkenden bezeichnete. Von welcher Bedeutung die Auffassung HENKES für die Lehre von den Deformitäten gewesen ist, möge daraus hervorgehen, daß noch LORENZ auf Grund anatomischer Untersuchungen des Plattfußes für die Richtigkeit der HENKEschen Ausführungen eintrat. Auch LORENZ fand keine wesentlichen Veränderungen der Knochen, sondern nur Oberflächenveränderungen. HENKE kommt bereits auch den Anschauungen von ROSER, der von einem „Druckschwund der Knochen" sprach, und denen VOLKMANNS, der als Grund der pathologischen Umformung der Gelenke ebenfalls ungleichmäßige Verteilung des artikulären Druckes annahm, sehr nahe. In nachhaltigerer Weise wurde die mechanische Theorie allerdings von VOLKMANN begründet, obwohl HENKE der Belastung einen erheblich größeren Einfluß zuschrieb und auch geneigt war, neben der primären Schwäche der Muskulatur eine solche der Knochen anzunehmen.

Die geistreichen Untersuchungen H. v. MEYERS haben natürlich auch das Ihrige dazu beigetragen, die Lehre von den Deformitäten wissenschaftlicher zu gestalten. Außer der Mittellage der Gelenke gibt es nach v. MEYER auch eine Ruhelage. Er machte es verständlich, wie letztere die durch die Muskeln bestimmte Gleichgewichtslage zu beeinflussen im stande ist, und wie dadurch falsche Haltungen zu stande kommen können, welche die Gelenkflächen modellieren und zu Gestaltsveränderungen der Knochen selbst führen. Seine Untersuchungen über die Skoliose, den Plattfuß, den Klumpfuß sind im übrigen vom Standpunkte der Statik und Mechanik der Knochen, resp. der Gelenke unternommen. Es kam ihm hauptsächlich darauf an, den Mechanismus der Deformitäten zu erklären. Es wird sich in den speziellen Kapiteln Gelegenheit geben, Näheres darüber zu hören.

Während HENKE das Zustandekommen der Kontrakturen durch Eindrücken der Gelenkoberfläche, wobei die druckfreien Stellen unberührt bleiben, erklärte, stellte ROSER die Lehre auf, daß der einseitige Druck einerseits Druckschwund, andererseits ungleichmäßiges Wachstum bewirkt.

ROSER stellte seine Theorie zunächst zur Begründung seiner Therapie des Plattfußes auf, die darin bestand, daß er die Geraderichtung des Plattfußes in der Chloroformnarkose vornahm. Das Wesen des Plattfußes besteht nach ROSER in Spannung der Peronäalsehnen, sowie der Strecksehnen, und in Abflachung der Gewölbeform der Fußknochen. Die verhältnismäßig zu große und zu anhaltende Belastung der Fußwurzelgelenke ist es, welche einerseits die Muskelkontrakturen, andererseits Dehnung des Bandapparates und einseitigen Druck auf die Knochen bewirkt. Der einseitige Druck erzeugt alsbald Druckschwund, oder es findet bei Individuen, die im Wachsen begriffen sind, ein ungleiches

Wachsen statt. Einseitiges Schwinden am oberen Rande der betreffenden Knochen oder einseitiges Wachsen am unteren Rande derselben haben den gleichen Erfolg, nämlich Abplattung des Fußgewölbes. Roser vermutet, daß beide Vorgänge nebeneinander stattfinden.

Roser vertrat demnach schon einen wesentlich anderen Standpunkt in Bezug auf die Lehre von den Deformitäten wie Henke, indem er einen Schritt weiter ging und auch das Wachstum des Knochens an der Deformation desselben teilnehmen ließ. Damit und mit der Annahme des Druckschwundes statt der Oberflächenveränderung begründete Roser den Uebergang von der anatomischen zur pathologisch-anatomischen Auffassung vom Wesen der Deformitäten. Dadurch wurde es auch möglich, die Begriffe Kontraktur und Deformität, die noch bei Henke vereinigt waren, mehr und mehr auseinanderzuhalten. Die Heranziehung der statischen Momente zur Erklärung der Deformitäten führte alsdann zur Aufstellung der Belastungsdeformitäten und zur Abtrennung derselben von den eigentlichen Kontrakturen.

Hüters Erklärung der Pathogenese der Deformitäten beruhte zunächst auf einer analytischen Betrachtung der physiologischen Gelenkformen des Neugeborenen. Der angeborene Klumpfuß ist, wie Hüter auf Grund entwickelungsgeschichtlicher und pathologisch-anatomischer Untersuchungen ausführt, auf eine exzessive Ausprägung der Gestalt und der Gelenke nach demselben Typus, nach welchem auch die physiologischen Formen der Fußwurzelknochen und -gelenke innerhalb des Uterus sich entwickeln, zurückzuführen. Der Klumpfuß wird somit als eine arthrogene Kontraktur infolge von Entwickelungsstörungen der Gelenke aufgefaßt, die in der Regel schon in einer sehr frühen Fötalperiode entsteht ohne Druck des Uterus. Soweit legt also Hüter auf die Belastung noch keinen großen Wert. Beim erworbenen Plattfuß, zu dessen Aufklärung wieder die Kenntnis der normalen Entwickelungsvorgänge des späteren kindlichen Alters als unbedingt notwendig erachtet wird, nimmt nun Hüter ebenfalls einen Exzeß der normalen Umbildung der Knochen und Gelenke an. Aber als die Kraft, welche im Laufe des Wachstums die Knochen umformt, bezeichnet er den Druck des Körpergewichtes auf den Calcaneus beim Stehen und Gehen. Das Höhenwachstum des Knochens wird auf der Linie des Kontaktes gehemmt, der Processus anterior wird, da der Fuß, resp. das Talotarsalgelenk in die pronierte Stellung gedrängt wird, durch den Druck niedriger. Dagegen erfährt das Höhenwachstum des Knochens am Sustentaculum tali eine Steigerung, weil es vom Druck befreit ist und sich ungehindert entfalten kann. — Diese Umformung führt dann auch zu einer Verschiebung der Knochenhemmungen, und die Bewegungsexkursion wird verlagert. Also an der Stelle des Druckes bleibt das Höhenwachstum zurück, an der Stelle der Druckentlastung wächst der Knochen energisch in die Höhe. Das vermehrte Wachstum tritt besonders auch durch die Bildung intrakapsulärer Knochenstreifen in Erscheinung. Auch im späteren Leben, wenn das Wachstum vollendet ist, kann kein Plattfuß existieren ohne Veränderung der Knochen- und Gelenkformen.

Hüter hat nun diese Theorie für alle Deformitäten verallgemeinert. Indem er aber allzusehr die Wachstumsstörungen in den Vordergrund stellte, hat seine Theorie für die einzelnen Deformitäten

den Boden verloren. So hat er für die Skoliose als Ursache der Entstehung den Wachstumsdruckes der Rippe, d. h. asymmetrisches Wachstum des Thorax und der Wirbelsäule, angenommen. Diese Lehre hat Lorenz gründlich zerstört. Auch für die Deutung intrakapsulärer Knochenstreifen als Neubildung von Knochen ist der Beweis ausgeblieben. Lorenz hat in seiner Lehre vom Plattfuß diese Hütersche Anschauung ebenfalls widerlegt. Es handelt sich um Veränderungen auf den knorpeligen Gelenkflächen, welche als belanglos für die Entstehung der Deformitäten und als sekundäre Veränderungen anzusehen sind. Es läßt sich aber nicht leugnen, daß die Hüterschen Untersuchungen wiederum einen wesentlichen Fortschritt in der pathologischen Anatomie der Deformitäten bedeuteten, wenn auch seine Schlußfolgerungen nicht Stand gehalten haben.

Henke hat selbst noch einmal auf den durchgreifenden Unterschied in der Auffassung hingewiesen, je nachdem man bei den Gestaltsentwickelungen an Knochen und Gelenken die Veränderung ihrer Oberflächenerscheinung auf Stellungswechsel und Oberflächenveränderung (Henke) oder auf Wachstumsverschiebung durch die ganze Masse zurückführt (Hüter). Er hielt Hüter auch schon entgegen, daß er die intrakapsulären Knochenstreifen nicht als Neubildung betrachten könne, sondern daß dieselben darauf beruhen, daß sich ein ursprüng lich intrakapsulär gelegener Teil der Oberfläche des Knochens beim Wachstum in einen extrakapsulären durch Verödung umgewandelt habe. Henke ist nun geneigt, den Schwund des Knochens an der Seite, wo sich die Ränder der Gelenkflächen stärker als unter normalen Verhältnissen gegeneinander drücken, zuzugeben, außerdem auch etwas begünstigtes Wachstum, aber nicht in dem Maße, wie es Hüter annimmt.

Volkmann faßte ebenfalls die von Hüter als Entwickelungs- und Wachstumsstörungen beschriebenen Kontrakturen zusammen, und zwar als „Affektionen von wesentlich mechanischer Bedeutung, wo die fehlerhafte Konformation des Gelenkes und die daraus resultierende abnorme Lage und Richtung der im Gelenk verbundenen Gliedabschnitte die ursprüngliche und die wesentliche Störung ist“.

Volkmann betrachtete diese Affektionen als das eigentliche Gebiet der orthopädischen Chirurgie. Er trennte dieselben ab von all jenen Deformitäten, welche sich infolge akuter oder chronischer Prozesse an erkrankten Gelenken entwickeln, nämlich die angulären Ankylosen, die spontanen Luxationen, die Arthritis deformans, Zustände, bei welchen der Name Deformität oft wenig zutreffend ist, weil bei ihnen die verursachenden krankhaften Prozesse stets unser Hauptinteresse absorbieren und die Veränderungen der Gestalt als nebensächlich und zufällig zu betrachten sind. Es muß hierzu aber bemerkt werden, daß Volkmann weit davon entfernt war, die Vernachlässigung der prophylaktischen Seite der orthopädischen Chirurgie zu empfehlen. Die Nebensächlichkeit betrifft nur die Art und Weise der Entstehung, die unabhängig ist von pathologischen Abänderungen der Belastungsverhältnisse der Gelenke. Nur für jene Deformitäten κατ᾽ ἐξοχήν hat Volkmann den Namen Belastungsdeformitäten geschaffen und damit ein bis heute gültiges wichtiges Prinzip für die Einteilung der Deformitäten aufgestellt. Er rechnete hierzu die verschiedenen Formen des Klumpfußes, das Genu valgum, varum, recurvatum, die Verkrümmungen der Wirbelsäule, besonders die Skoliose, schließlich gewisse Deformationen der Zehen, vornehmlich des Hallux.

Ihrem Wesen nach teilte Volkmann die Deformitäten im engeren Sinne ein:

1) in die Entwickelungsstörungen der Gelenke, d. h. Deformitäten embryonalen Ursprunges, bedingt in einer primären fehlerhaften Entwickelung der Gelenkkeime beim Foetus,

2) in die Wachstumsstörungen der Gelenke, d. h. Deformitäten, nur bei Kindern und jugendlichen Individuen entstehend, abhängig von allmählichen Umformungen der zuvor wohlgebildeten artikulierenden Flächen durch mechanische Einflüsse, welche das normale Knochenwachstum alterieren, endlich

3) in die myopathischen und neuropathischen Kontrakturen, d. h. Deformitäten, welche von Kontraktur oder Lähmung einzelner Muskeln oder Muskelgruppen abhängen, wobei es sich entweder um primäre Myopathien oder häufiger um Erkrankungen der Nerven handelt.

Die primären Entwickelungsstörungen der Gelenke, z. B. beim angeborenen Klumpfuß, faßt Volkmann als Hemmungsmißbildungen auf. Nach seiner Erklärung haben sich die Gelenke infolge fehlerhaften und namentlich ungleichmäßigen Wachstums der Knochen falsch entwickelt. Es handelt sich somit nicht, wie bei den angeborenen Luxationen, um eine Verlagerung oder Verziehung ursprünglich wohlgeformter Glieder in pathologische Stellungen. In seltenen Fällen führen auch rudimentäre Entwickelungen oder angeborene Defekte einzelner Knochen zu Klumpbildungen, wie zur Klumphand. Soweit teilt also Volkmann hinsichtlich des angeborenen Klumpfußes ganz die Ansicht Hüters, auf welche er sich auch beruft. Aber Volkmann steht nicht auf einem exklusiven Standpunkt, indem er zugibt, daß in seltenen Fällen angeborener Fuß- und Kniedeformitäten, sowie angeborener Skoliosen unzweifelhaft abnormer Druck oder abnorme Lage in utero als veranlassende Ursachen anzunehmen seien. Volkmann war selbst in der Lage, einige beweisende Beispiele hierfür beizubringen.

Auch für die Erklärung der im jugendlichen Alter auftretenden Wachstumsstörungen legt Volkmann die Hüterschen Untersuchungen über die Gelenke der Neugeborenen und die durch den Gebrauch und die Belastung der Glieder sich allmählich vollziehende Umformung der Gelenke und Knochen zu Grunde. Erfährt der artikuläre Druck, der in jedem Gelenk vorhanden ist, in einem Gelenk eine, von der Mechanik desselben abweichende ungleichmäßige Verteilung, so ändert sich am wachsenden Knochen auch die Gelenkform. „Auf der Seite, wo der Druck abnorm verstärkt ist, wird das Wachstum hintangehalten, auf der, wo er vermindert ist, begünstigt.“ Das Gelenk wird „schief“. In der Entstehung der physiologischen und der pathologischen Formen besteht somit kein prinzipieller Unterschied, nur ein gradueller, und dieser hängt ab von der Größe und Richtung der Belastung. Selbst an die Lehre von den intrakapsulären Knochenflächen schließt sich Volkmann an unter Hinweis darauf, daß diese, nicht vom Knorpel überzogenen, frei in die Gelenkflächen hineinragenden Knochenstreifen nicht zu verwechseln seien mit verödeten Partien der Gelenkflächen, die ihren Knorpelbelag verloren haben.

Die Veränderungen an den zugehörigen Diaphysen sind sekundärer Natur und ebenfalls nur an den relativ weichen Knochen jugendlicher Individuen möglich.

Die Deformitäten kommen nur in den „schwachen Gelenken“ vor, bei welchen die Widerstände seitens der Muskeln, Bänder und auch der Knochen fehlen oder gering sind. Solche Gelenke werden deform bei allzu langer Einwirkung des Körpergewichtes oder bei anstrengenden Arbeiten oder, was besonders wichtig erscheint, bei andauerndem oder oft wiederholtem Einnehmen von Körperstellungen, wobei die Differenzen des Druckes besonders groß sind. Hiermit kommen wir auf die Entstehung der paralytischen Gelenke zu sprechen.

Hüter hatte gelehrt, daß die Stellung einer paralytischen Kontraktur bestimmt wird durch die Schwere des Gliedes. Fixiert wird die Stellung durch die nutritive Verkürzung derjenigen Muskeln, deren Insertionspunkte durch jene Stellung einander genähert worden sind. Im Anschluß hieran treten nun wieder die beschriebenen Erscheinungen ein, welche mit der Deformation der Gelenkenden in Zusammenhang stehen, nämlich Atrophie von Knochen an der Stelle des anhaltenden Druckes, vermehrtes Knochenwachstum an der Stelle der Druckentlastung.

Volkmann betonte nun Hüter gegenüber, daß, wie bei den übrigen Deformitäten, außer der Schwere des Gliedes auch noch die Belastung desselben durch die Körperschwere als verursachende Momente in Betracht zu ziehen sind.

Nach Volkmann entstehen also die paralytischen Deformitäten genau so, wie der gewöhnliche Plattfuß, das Genu valgum und die habituelle Skoliose. In beiden Fällen wird durch Ausschaltung oder Schwächung der Muskulatur bei einwirkender Schwere und Belastung die Bewegung so weit getrieben, bis die passive Hemmung eintritt und das Glied durch Anspannung der Bänder auf der einen und Aufkanten der Knochen auf der anderen Seite ohne Muskelwirkung wieder so weit steif wird, daß es als Stütze benützt werden kann. Die Belastung im Gelenk ist aber nicht mehr gleichmäßig, das Wachstum ist gestört, die Muskeln verkürzen sich nicht primär, sondern sekundär.

Sowohl Hüter als Volkmann wandten sich gegen die antagonistische Theorie, welche für das Zustandekommen der Kontrakturen nur die in den Muskeln gelegenen aktiven Kräfte, die willkürliche Verkürzung oder den vom Willen unabhängigen Tonus, kannte, die passiven Kräfte aber ignorierte. Von dem Widerstreit der passiv und aktiv bewegenden Kräfte hängt es aber ab, ob eine Kontraktur im Gelenk sich bildet oder nicht. Nach Volkmann gibt es einen Tonus der Muskeln überhaupt nicht, am allerwenigsten als Kraft, die Glieder verzieht und Knochen und Gelenke deformiert. Durch ihre kritischen Ausführungen und Untersuchungen haben Hüter und Volkmann die antagonistische Theorie endgültig widerlegt.

Volkmann zog auch gegen die von Stromeyer, Malgaigne etc. supponierte Atonie der Bänder zu Felde. Er leugnete die Verlängerung der Bänder nicht, z. B. des Ligamentum longitudinale anterius der Wirbelsäule bei der Skoliose, des Ligamentum calcaneo-naviculare plantare beim Plattfuß, des Ligamentum laterale internum beim Genu valgum und des Ligamentum teres bei angeborener Luxatio femoris, aber er wies auch auf die Untersuchungen Linharts hin, der nachwies, daß die verlängerten Bänder immer auch sehr beträchtlich verdickt sind, daß sogar die Dickenzunahme noch mehr in die Augen fällt als die Ver-

längerung, und von HUTTON, der in einem Falle von angeborener Luxation des Hüftgelenkes ein Ligamentum teres fand, das 4 Zoll lang war und so dick wie die Achillessehne eines ausgewachsenen Mannes. Die wirkliche Hypertrophie der Bänder in allen Dimensionen wirkt demnach der Steigerung der Deformität entgegen, was natürlich aber auch nicht die Annahme ausschließt, daß Erschlaffung eines Bandes die Entstehung einer Deformität begünstigt.

Obwohl VOLKMANN die Hauptveränderungen an die Gelenkenden verlegt und die Entstehung der Deformitäten auf Belastungsverhältnisse im Gelenk zurückführt, so muß er doch zugestehen, daß auch auf primäre Schwächezustände der Knochen selbst ein großes Gewicht zu legen ist. Sowohl eine fehlerhafte Konstitution des Knochengewebes als auch eine Störung der gesamten Körperkonstitution kann einen schädlichen Einfluß auf das Knochenwachstum und somit Deformationen herbeiführen. Dies betont VOLKMANN deshalb, weil ja Steigerung der Belastung des Skelettes, fehlerhafte Haltung, übermäßig langes Stehen, schwere körperliche Arbeit etc. bei den meisten Menschen keine Spuren am Skelett hinterlassen oder die Knochenformen alterieren. Außerdem verläuft eine Verkrümmung selten ohne sonstige krankhafte Erscheinungen.

Ohne die Schwäche der Gewebe kommt VOLKMANN bei keiner Deformität aus, auch nicht bei der habituellen Skoliose. Es erscheint notwendig, dies besonders hervorzuheben, da man vielfach geneigt ist, bei der habituellen Skoliose ein von vorneherein gesundes Knochensystem anzunehmen. Wie schon erwähnt, wird diese Schwäche entweder als eine rein örtliche, auf den Knochen beschränkte, angesehen oder auf allgemeine Störungen zurückgeführt. VOLKMANN meint, daß es sehr viele Fälle gibt, welche beweisen, daß das mechanische Moment für sich allein nicht genügt, um eine bleibende Deformation zu erzeugen.

Zu erwähnen ist hierbei auch als veranlassendes Moment die übermäßig lange und starke Belastung des Knochengerüstes bei jugendlichen Individuen in der Zeit der Pubertät. Die Druckdifferenzen an den artikulierenden Flächen können unter so geschaffenen ungünstigen Verhältnissen das Wachstum der Knochen ebenfalls aufhalten, resp. an anderen Stellen steigern. Als Beispiele hierfür läßt sich besonders das X-Bein und der Plattfuß der Pubertätszeit anführen.

Zu entscheiden, worin diese örtliche oder allgemeine Schwäche der Gewebe besteht, hielt VOLKMANN nach dem damaligen Stand der pathologisch-anatomischen Forschung noch nicht für möglich. Wir sind ja heute noch nicht in der Lage, eine befriedigende Antwort auf die Frage geben zu können, was in jedem Falle bei der Entstehung einer Deformität am Knochen vorgeht. VOLKMANN hielt es für notwendig, diesen seinen Standpunkt, besonders der muskulären Theorie gegenüber, hervorzuheben, wenn er auch andererseits den Versuch LORINSERS, das Wesen der Skoliose in schleichenden Entzündungen an der Wirbelsäule zu suchen, als aussichtslos zurückwies.

Ferner warnt er davor, bei den rein mechanischen Gelenkstörungen sekundäre entzündliche Erscheinungen oder deren Produkte seitens der Knochen oder Gelenke als primäre Prozesse aufzufassen, wie Osteophytenbildung, innere Sklerosen, Synostose, Verdickungen der

Kapseln und Bänder oder selbst deformierende Gelenkentzündungen. Letztere können allerdings auch primär die Form und die Mechanik der Gelenke umwandeln und so zu Deformitäten führen, z. B. zu dem von STROMEYER so genannten Hallux valgus. Die Arthritis deformans zählt aber schon zu den chronischen Entzündungen der Gelenke.

Von statischer Skoliose, resp. Lordose, sprach VOLKMANN, wenn sich trotz jahrelangen Bestandes eine Deformität nicht fixiert, sondern durch entsprechende Lagerung oder Stellung des Körpers zum Verschwinden gebracht werden kann. Als Beispiel kann die Lordose bei Luxatio femoris congenita angeführt werden.

Die Arbeiten HÜTERS und VOLKMANNS waren für die Orthopädie von weittragender Bedeutung. Viele Irrtümer wurden durch dieselben beseitigt, und die Orthopädie wurde in ganz andere Bahnen gedrängt. Sie bilden somit die Grundlage, auf welcher die moderne Orthopädie aufgebaut ist. Freilich waren auch die Anschauungen HÜTERS und VOLKMANNS begreiflicherweise von Irrtum nicht frei. Besonders die HÜTERschen Erklärungsversuche sind für keine einzige Deformität im engeren Sinne gültig geblieben. HÜTERS Theorien waren mehr geistreich als aufs Praktische gerichtet. Deshalb konnte er sich auch nicht entschließen, die Deformitäten, für welche seine mechanische Theorie galt, nach gemeinsamen Gesichtspunkten zusammenzufassen und zu rubrizieren. Die Deformitäten waren und blieben für HÜTER nur arthrogene Kontrakturen. Der Klumpfuß stellt nach HÜTER eine Supinationskontraktur, der Plattfuß eine Pronationskontraktur, das Genu valgum eine Abduktionskontraktur vor. Die Belastung als Einteilungsprinzip der Deformitäten wollte HÜTER nicht kennen. Erst VOLKMANN war es vorbehalten, dieses Einteilungsprinzip zu schaffen. Die Belastungsdeformitäten sind heute ein feststehender Begriff in der Orthopädie. Der Begriff der Belastungsdeformitäten war aber von VOLKMANN zu eng gefaßt, weil er darunter nur diejenigen Deformitäten verstand, welche 1) an den Gelenkenden und 2) nur durch intraartikuläre Druckdifferenzen entstehen. Nach dieser Einschränkung wäre es schwer, beispielsweise die Coxa vara in die Belastungsdeformitäten einzureihen, da für dieselbe die genannten Voraussetzungen nicht zutreffen. Ferner nimmt heutzutage niemand daran Anstoß, die POTTsche Kyphose zu den Belastungsdeformitäten zu rechnen, oder auch die rachitische Verkrümmung der Extremitäten.

Wir verstehen demnach unter Belastungsdeformitäten alle Deformitäten, welche vom Knochensystem ihren Ausgang nehmen und unter dem Einfluß der Belastung entstehen. Als Kontrakturen hingegen bezeichnen wir die mehr oder weniger starke permanente Festhaltung der Gelenke in Beugestellung entweder infolge aktiver Muskeltätigkeit oder von Schrumpfung der Weichteile oder infolge von primären, d. h. nicht durch die Belastung bedingten, Unebenheiten der Gelenke.

Die Art und Weise, wie die mechanische Theorie von HÜTER und VOLKMANN einerseits das Entstehen der Belastungsdeformitäten, andererseits das der myopathischen und neuropathischen Kontrakturen erklärte, erfuhr nach beiden Seiten hin eine Korrektur.

Hinsichtlich der Kontrakturen trat an Stelle der mechanischen Theorie die mechanisch-antagonistische Theorie von SEELIGMÜLLER.

So sehr auch die mechanische Theorie mit Erfolg gegen die alten Muskeltheorien auftrat, eine Erinnerung an den Einfluß des Muskelantagonismus auf die Stellung der Gelenke bei Kontrakturen blieb bestehen, denn die rein mechanischen Momente der Schwere und der Belastung der abnorm gestellten Gelenke durch die Körperschwere genügten den Neurologen noch nicht zur Erklärung der paralytischen Kontrakturen. SEELIGMÜLLER machte geltend, daß mechanische Momente erst in zweiter Linie in Betracht kommen. In erster Linie ist die Entstehung der paralytischen Deformitäten zurückzuführen auf die willkürliche Kontraktion der nicht gelähmten Antagonisten. Gegenüber der antagonistischen Theorie hebt SEELIGMÜLLER hervor, daß die Kontraktur nicht durch den Tonus der Muskulatur erzeugt wird. Sind von den Muskeln eines Gelenkes einzelne vollständig oder doch größtenteils gelähmt, so wird jeder willkürliche Bewegungsversuch nur eine Kontraktion derjenigen Muskeln zu stande bringen, welche nicht gelähmt sind. Es erfolgt also eine von den Antagonisten unterhaltene Kontrakturstellung. In dieser Stellung müssen aber die Gelenke verharren, weil die willkürlich kontrahierten Antagonisten nicht in der Lage sind, sich selbst zu verlängern und ja auch durch die gelähmten Muskeln nicht verlängert werden können. Jeder neue Willensimpuls trägt dazu bei, die Kontraktion zu kräftigen und die Kontrakturstellung mehr und mehr zu fixieren. Die Fixation geschieht durch „nutritive Verkürzung der Muskeln“, die um so schneller eintritt, je weniger passive Bewegungen mit dem betreffenden Glied vorgenommen werden.

Die nutritive Verkürzung ist auf die andauernde Annäherung der Insertionspunkte der Muskeln zurückzuführen. Es treten nämlich infolge der Permanenz der Stellung regressive Ernährungsstörungen in den Muskeln ein. Bei längerer Dauer kommt es zu Schwund der kontraktilen Substanz, zu interstitieller Fettentwickelung oder zur fettigen Degeneration der Muskelprimitivbündel. Auch Wachstumsstörungen der Muskeln können bei Kindern eintreten.

In zweiter Linie erst kommen nach SEELIGMÜLLER die mechanischen Momente der Schwere und der Belastung in Betracht. Die durch die nicht gelähmten Antagonisten gegebene Gliedstellung kann, wenn sie dem Körper die geeignete Stütze bietet, diese Stellung noch mehr befestigen und unterhalten. Bei partiellen Lähmungen am Fuß ist dies der gewöhnliche Fall. Sind alle Muskeln gelähmt, so bildet sich gewöhnlich ein Schlottergelenk. Es wird dann auf die Funktionsfähigkeit der Nachbargelenke ankommen, wie weit ein solches, völlig haltloses Gelenk noch als Stütze benutzt werden kann. Sehr selten tritt der Fall ein, in dem die Wirkung der Antagonisten mit der Schwere und Belastung sich im Widerstreit befindet. Wie sich die Verhältnisse hier gestalten, ist noch nicht klargestellt. SEELIGMÜLLER glaubt, daß die Antagonisten, HOFFA dagegen, daß die äußeren Kräfte in der Mehrzahl der Fälle den Sieg davon tragen. An anderer Stelle gibt indes HOFFA an, daß die Schrumpfung der Muskeln die höchsten Grade erreichen kann, so daß die durch sie entstehenden Kontrakturen selbst die Schwerkraft zu überwinden vermögen.

Daß bei dem Zustandekommen der Kontrakturen auch das Ueber-

wiegen der Flexoren über die Extensoren eine Rolle spielt, haben wir bei den Ursachen der Kontrakturen zu erörtern.

Weiterhin wurde die Hüter-Volkmannsche Belastungstheorie von Julius Wolff, der sie „Drucktheorie" nannte, bekämpft. Julius Wolff mußte gegen diese Theorie, die lange Zeit die alleinherrschende war, Stellung nehmen, weil nach seinen Untersuchungen der anatomische Folgezustand sich als ein ganz entgegengesetzter herausstellte und mit seiner Auffassung, daß das Wesen der Deformitäten in der Herausbildung einer, den jeweiligen Störungen der Beanspruchung des deformen Körperteiles entsprechenden funktionellen Form bestehe, nicht in Einklang zu bringen war.

Julius Wolffs Lehre der Deformitäten beginnt mit seinen Studien über die innere Architektur der Knochen, zu welchen er angeregt wurde durch die Entdeckung Culmanns, der nämlich als Mathematiker in Zürich im Jahre 1867 an den von Hermann v. Meyer demonstrierten anatomischen Präparaten fand, daß der Verlauf der Spongiosabälkchen im koxalen Femurende genau übereinstimme mit den Richtungen der Druck- und Zugkurven, der sogenannten Spannungstrajektorien, welche die graphische Statik in einem dem oberen Ende des Oberschenkels ähnlichen, belasteten Kran konstruieren würde.

Schon vor H. v. Meyer hatten einzelne Autoren den typischen Verlauf der Spongiosazüge unter Hinweis auf die mechanische Bedeutung derselben hervorgehoben. Aber erst H. v. Meyer war es vorbehalten, genauer und zutreffender die Parallele zwischen der Richtung der Spongiosaplättchen und jener der Druck- und Zugkurven festzustellen und damit zu motivieren, daß der Knochen so gebaut ist, daß er mit möglichst wenig Aufwand an Material möglichst widerstandsfähig ist. Das Material in der Spongiosa ist so auseinandergerückt, daß es ein größeres Volumen einnimmt, als dieses im kompakten Zustande der Fall sein würde. Ferner sind die einzelnen Spaltungselemente (Plättchen, Stäbchen) so angeordnet, daß sie mit ihrer Längenrichtung in den Richtungen des stärksten Druckes oder Zuges liegen und somit in günstigster Weise ihre Widerstandsfähigkeit zur Geltung bringen können. Julius Wolff führte diese Parallele alsdann noch weiter aus, indem er die Orthogonalität der Bälkchen, d. h. die rechtwinklige Kreuzung und das rechtwinklige Auftreffen derselben auf der Oberfläche des Knochens, nachwies, ferner die Tatsache des neutralen Bälkchenverlaufes in der neutralen Faserschicht des Femur.

Die nachstehende Zeichnung (Fig. 1) des Culmannschen Kranes wird das Nähere erläutern. Die eingezeichneten Druck- und Zugkurven geben die Richtung der stärksten Druck- und Zugspannung an. Sie lassen erkennen, daß eine Schubspannung, d. h. Neigung zu seitlicher Verschiebung der Längs- oder Querschnitte der Knochen, durch die rechtwinklige Kreuzung der Bälkchen nicht stattfinden kann.

Zwischen den auf Druck (Pressung) und den auf Zug (Zerrung) in Anspruch genommenen Teilchen des Kranes muß es eine Schicht geben, in der beide ineinander übergehen, sich in ihrer Wirkung aufheben. Diese Schicht nennt man die neutrale Faserschicht des Kranes (oder eines elastischen Trägers). Die Durchschnittslinie der neutralen Faserschicht im Längsschnitt des Balkens nennt man die neutrale Achse des Längsschnittes.

Im Verfolg dieser Studien gelangte Julius Wolff zur Aufstellung der Lehre von der „funktionellen Knochengestalt“, welche besagt, daß allen funktionierenden Knochen eine durch mathematische Gesetze bestimmte funktionelle Gestalt eigen ist. Befruchtend auf die Untersuchungen Wolffs wirkten später auch die von Wilhelm Roux ausgearbeiteten Lehren von der „funktionellen Anpassung und vom trophischen Reiz der Funktion“, die zur Begründung der Entwickelungsmechanik des menschlichen Körpers beigetragen haben.

Weiterhin führte Julius Wolff den Nachweis, daß beim Entstehen einer pathologischen Knochenform sich eine, dieser Form entsprechende neue, wiederum im Sinne der Druck- und Zuglinien der graphischen Statik aufgebaute innere Architektur des Knochens herstellt. Das Gesetz, nach dem diese Umformung stattfindet, nannte Wolff das Gesetz der Transformation der Knochen, und die Kraft, welche die Transformation zu stande bringt, Transformationskraft.

Fig. 1.

Wie kommt die Transformation der Knochen zu stande?

Die richtige Beantwortung dieser Frage gibt uns nach Julius Wolff zugleich Aufschluß über die Entstehung der Deformitäten, die nichts anderes bedeuten sollen als die funktionelle Anpassung an pathologisch veränderte statische Verhältnisse.

Ich möchte hier vorausschicken, daß Julius Wolffs Verdienste um die Klarstellung und mathematische Erklärung der inneren Architektur der Knochen, um die Beibringung eines vorzüglichen anatomischen Beweismateriales und wohl auch um die praktische Anwendung in der Therapie nicht bestritten sind und nicht bestritten werden können, wenn auch seine Ansichten in mancher Hinsicht einer Ergänzung und auch Richtigstellung bedürfen. Anfangs war Julius Wolff für seine Ideen so begeistert, daß er glaubte, er habe wichtige Anhaltspunkte für das Vorhandensein eines interstitiellen Knochenwachstums gefunden. Später war Wolff klug genug, von diesen seinen Anschauungen zurückzukommen. Bekannt ist, mit welcher zähen Ausdauer er dann in pathologisch-anatomischer Hinsicht an den Ideen, von denen er einmal überzeugt war, festhielt. Da alle von ihm aufgeworfenen Fragen noch aktuelles Interesse haben, so müssen wir näher auf dieselben eingehen.

In der Entstehung der Deformitäten ist nach Wolff der primäre Vorgang stets die anhaltende abnorme Haltung, d. h.

die Abänderung der statischen Verhältnisse. An diese Abänderung passen sich die Knochen und Gelenke an. Was also vielfach als die Folge der Deformität aufgefaßt wurde, betrachtete Wolff als unmittelbare Ursache, wie bei der Skoliose die kraftlose oder lässige, zusammengehockte Haltung der oberen Körperhälfte, beim Klumpfuß die Einwärtskehrung und die Behinderung der Auswärtskehrung der unteren Extremität, ferner beim Genu valgum die Auswärtsstellung des Unterschenkels. Die Anpassung findet nicht nur an kranken, frakturierten oder rachitischen Knochen, sondern auch an ganz gesunden Knochen statt und nicht nur an den Gelenkenden, sondern auch an ganz entlegenen, im Falle einer Fraktur gesund gebliebenen Regionen. So glaubte Wolff für das Genu valgum bewiesen zu haben, daß weder das Diaphysenende der Tibia noch sonst irgend ein Teil des Femur oder der Tibia erkrankt ist, daß mithin die bekannten Veränderungen der statischen Verhältnisse, wie sie z. B. bei Bäckerlehrlingen obwalten, für sich allein im stande sind, den gesunden Knochen nach Ablauf eines längeren Zeitraumes vollständig zu verbiegen. Sekundäre Formveränderungen können sogar auch an den Nachbarknochen auftreten. Die Anpassung ist also bei gesunden oder kranken Knochen nur eine funktionelle, keine pathologische. Natürlich muß dann die funktionelle Bedeutung, welche für die innere Architektur der Knochen nachgewiesen ist, auch der äußeren Form der Knochen zukommen. Somit ist auch die äußere Erscheinung eine funktionelle nach Julius Wolff, da die Knochenformen bei einer Deformität im engeren Sinne als die physiologisch einzig möglichen Formen aufzufassen sind, mit welchen das Bein oder der Fuß zu funktionieren vermag. Nach Wolff ist die Deformität nicht die pathologische Reaktion auf die normale Belastung, sondern die normale Reaktion auf die pathologisch veränderte Belastung. Da das Gesetz der Transformation aber doch nur für pathologische Knochenformen Geltung hat, so geraten die Begriffe Physiologie und Pathologie in eine sehr bedenkliche Nähe. Klare Scheidung zwischen beiden wird auch dadurch nicht geschaffen, daß Wolff an anderer Stelle angibt, daß die Stoffzu- und abnahme des Knochens abhängig ist von den statischen Verhältnissen, unter welchen er sich befindet, und daß das Agens dieses Abhängigkeitsverhältnisses bei physiologischen Zuständen das Streben zur Erhaltung der Funktion, bei pathologischen Knochenkrümmungen das Streben zur Wiederherstellung der Funktion ist. Das setzt ebenfalls voraus, daß stets die Störung der Funktion das Primäre und das Wichtigste ist. Die pathologisch-anatomische Auffassung der Deformitäten ist aber dadurch erschwert, und es wäre nicht möglich, die sogenannten Belastungsdeformitäten, die sich hauptsächlich an den Gelenkenden äußern, neben jenen Deformitäten abzuhandeln, welche mehr in der Diaphyse sitzen. Bei letzterer ist das Primäre sicher nicht die Veränderung der Haltung, sondern die organische Erkrankung.

Wir dürfen nicht der Funktion zu Liebe unbedingt behaupten wollen, daß die Form des deformen Knochens eine physiologische Notwendigkeit darstellt. Nur für die normale Knochenform kann diese Notwendigkeit angenommen werden. Es ist schon jene Schlußfolgerung zu weitgehend, nach der auch die äußeren Erscheinungen der pathologischen Knochenformen als funktionelle bezeichnet werden. Wir werden später sehen, daß es notwendig ist, die beim Zustandekommen der Deformitäten wirksamen Kräfte zu trennen in

äußere, welche die Knochen verbiegen und damit ihre Funktionsfähigkeit stören, und in innere, welche die Transformation des Knochens besorgen. Vom Standpunkte der technologischen Auffassung ist diese Trennung unbedingt erforderlich und im stande, viele Mißverständnisse zu beseitigen. Vielfach wird auf diese Trennung gar kein Gewicht gelegt. Insbesondere hat WOLFF von der Wirksamkeit der inneren auf die der äußeren geschlossen. Hierzu ließ er sich durch die abstrakte mathematische Betrachtung der inneren Architektur der Spongiosa verleiten. Als bester Beweis hierfür kann die „mathematische Widerlegung der Drucktheorie" seitens WOLFF herangezogen werden, worauf wir nun zu sprechen kommen. Es soll nur noch erwähnt werden, daß WOLFF das Wort „Belastung" in allen seinen Ausführungen vermieden hat, weil es ihm gleichgültig war, ob die pathologisch veränderten statischen Verhältnisse bei geringerer oder stärkerer Belastung vor sich gingen, er außerdem aus seinen mathematischen Betrachtungen den Schluß zog, daß der Effekt der Belastung sich an einem anderen Ort äußert als an jenem, an welchen ihn HÜTER und VOLKMANN verlegten.

Zur mathematischen Widerlegung der Drucktheorie benutzte WOLFF wieder die CULMANNsche Kranzeichnung. Er deduzierte, daß bei einem derartigen Kran die Druck- und Zugspannungen ihren Maximalwert nahe dem untersten Querschnitt haben (Fig. 1 *CD*), während die Größe des Wertes gegen das obere Ende des Kranes hin immer geringer wird, bis sie an den oberen Endpunkten der Kurven auf Null anlangen. Nach WOLFF würde bei einer Belastung des Kranes mit 30 kg die Berechnung ergeben, daß der unterste Querschnitt *CD*, wo der Wert der Spannung am größten ist, mit 163,3 kg belastet wird, der Querschnitt III nur noch mit 100, der Querschnitt IX nahe dem oberen Ende des Kranes nur noch mit 3, während es an der Spitze des Kranes, bei *F*, einen idealen Punkt gibt, an welchem der Belastungswert gleich Null ist. Wenn wir die Berechnung auf den Knochen übertragen, so finden wir einen idealen Punkt auch an den Femurkondylen. Es muß also da, wohin HÜTER beim Genu valgum die stärkste Druckwirkung verlegt, nämlich an den Facetten der Femurkondylen und an der Knorpeloberfläche der Tibia oder in der Nähe (am Epiphysenknorpel) die Druckwirkung eine so überaus geringfügige sein, daß sie gegenüber den in der Diaphysenmitte der Knochen sich geltend machenden mächtigen Wirkungen der Druckabänderungen kaum noch überhaupt in Betracht kommen kann.

Die Architekturverhältnisse des Oberschenkels, wie sie WOLFF in Bezug auf den Kran geschildert hat, sind nicht allgemein anerkannt worden. Eine völlige Richtigstellung ist aber bis jetzt unserer Ansicht nach nicht erfolgt. JULIUS WOLFF verlegte die stärkste Beanspruchung des Oberschenkels beim Genu valgum in die Diaphysenmitte, weil er vom Hüftgelenk aus und vom Condylus lateralis aus zwei Kräne in umgekehrter Stellung aufeinander konstruierte. Hätte aber WOLFF die Architektur des ganzen Beines berücksichtigt, so hätte er gefunden, daß im Kniegelenk die Einmauerungsstelle beider Kräne zu suchen ist. Neigt sich dort das Femur nach der Tibia hin, so muß in der Konkavität eine Kantenpressung stattfinden. Wo nach JULIUS WOLFF der Druck nahezu Null sein soll, dort ist er, wie die ganze Architektur des Beines erkennen läßt, am stärksten. Mathematisch ist somit die Drucktheorie nicht widerlegt.

Merkwürdig ist, daß Wolff selbst ein Argument gegen die Richtigkeit dieser mathematischen Aufstellung beibringt, namentlich durch die anatomische Beweisführung, welche besagt, daß da, wo nach der Voraussetzung kein Druck herrschen soll, tatsächlich Aeußerungen des Druckes vorhanden sind.

Die funktionelle Auffassung der Knochenform verlangt, daß da, wo mehr Druck herrscht, auch mehr Material an Knochensubstanz erforderlich ist, um Widerstand leisten zu können. Dagegen ist nichts einzuwenden. Hüter und Volkmann hatten sich durch den relativ geringeren Umfang des lateralen Condylus und den relativ größeren des medialen Condylus bestimmen lassen, von einen behinderten Wachstum am äußeren und einem verstärkten Wachstum am inneren Condylus zu sprechen. Sie faßten den Knochen nicht als einen elastischen Träger auf und haben den Durchschnitt eines deformen Kniegelenkes nicht genauer betrachtet. Erst die Architekturstudien von Julius Wolff schafften Wandel. Wolff fand nämlich die Tatsache, daß an der lateralen Seite eines Längsschnittes des oberen Abschnittes der Tibia von einem Fall von Genu valgum die Spongiosabälkchen der lateralen Seite etwa doppelt so dick sind wie die an der medialen Seite, sowie daß die Diaphysenwand der lateralen Seite um das Drei- bis Vierfache gegen die der medialen Seite verdickt ist. Ferner fand Wolff, daß die stärkste Verdickung an der Tibia sich in der Diaphysenmitte findet, also an den Stellen des Maximalwertes der Druck- und Zugspannungen. Im Gegensatz zu Hüter und Volkmann verlegte nun Wolff die Resorption an die mediale und die Anbildung an die laterale Seite des Kniegelenkes beim Genu valgum. Wolff konstatierte somit in anatomischer Hinsicht das Umgekehrte von dem, was die „Drucktheorie“ annimmt. Es ist somit auch Wolffs Theorie eine Drucktheorie.

Aber auch die Umkehrung der Hüter-Volkmannschen Drucktheorie stößt auf Bedenken, da sie immer auf den Voraussetzungen beruht, daß die Deformitäten allein als funktionelle Anpassungen aufzufassen sind, was für die äußere Form keineswegs zutrifft. Wäre der Satz von Wolff: „Nur die statische Brauchbarkeit und Notwendigkeit oder das statische Ueberflüssigsein entscheiden über die Existenz und Oertlichkeit jedes einzelnen Knochenpartikelchens und demgemäß auch über die gesamte Knochenform“ für die Pathologie richtig, so müßte jedes von der Frakturstelle abirrende Fragment resorbiert werden. Wolff hat in der Tat derartige Fragmente auch als „Stützwülste“ beschrieben. Außerdem ist darauf hinzuweisen, daß nur erhöhte Leistung Hypertrophie eines Gewebes erzeugt, nicht aber die einseitige Verteilung der normalen Belastung.

Wolff hat der Drucktheorie den Vorwurf gemacht, daß kein einziger der Autoren, welche angenommen haben, daß der Knochen vermöge seiner Komprimierbarkeit eine interstitielle Resorption erfahren könne, auch nur eine Spur dieses Beweises dafür zu liefern vermocht hat. Ebenso fehlt aber bis jetzt auch die Spur eines Beweises dafür, daß die Resorption bei der Deformation auf die andere Seite zu verlegen ist, wie ja nach Wolff angenommen werden muß.

Wolff hat auch die Zugspannungen berücksichtigt: „Ueberall da, wo in einem Knochen durch eine drückende, und überall da, wo in demselben durch eine ziehende Belastung Druck und Zugspannungen bewirkt werden, findet Anbildung von Knochensubstanz statt. Ueberall da aber, wo Druck- oder Zugentlastung stattfindet, wo also keine

Druck- oder Zugspannung vorhanden ist, und wo alsdann, wie es die graphische Statik lehrt, sich stets Schubspannungen geltend machen, überall da verschwindet die Knochensubstanz; überall da entstehen somit Resorptionslücken, Spongiosamaschen oder neue Markhöhlen."

Jedenfalls muß auch hier zwischen äußerem Zug und innerer Zugspannung streng unterschieden werden, um Mißverständnisse zu vermeiden.

Jedes Bälkchen in der Architektur des Kranes repräsentiert zugleich ein Druck- und ein Zugbälkchen. Wahrscheinlich gibt es, ausgenommen auf den periphersten Schichten des Knochens, überhaupt keine Bälkchen, welche nur Zugspannung repräsentieren. Nach Zschokke ist es mikroskopisch nicht möglich, an Stellen im Inneren der Knochen, wo man geneigt ist, Zugspannung zu vermuten, eine Differenz im Bau des Gewebes gegenüber von notorisch gepreßten Orten zu konstatieren. Wenn es auch Knochenfasern gibt, namentlich in der Verlängerung von tangentialen Sehneninsertionen, welche nach Zschokke ganz zweifellos normaliter auf Zug beansprucht werden, so läßt sich auch an solchen Stellen eine gewisse Druckspannung im Gewebe nicht in Abrede stellen. Unter Hinweis auf die Zschokkeschen Ausführungen hat alsdann Bähr die Ansicht bestimmter ausgesprochen, daß die Spannungskurven ausschließlich Druckkurven darstellen. Das werden wir dahin zu verstehen haben, daß es bis jetzt nicht gelungen ist, ein Bälkchensystem nachzuweisen, das nur Druckkurven, und ein solches, das nur Zugkurven darstellt. Am allerwenigsten ist diese Scheidung in der typischen Architektur eines Knochens im Innern zu erkennen. Aber einzig und allein nur von Druckkurven zu reden, wenn wir die inneren statischen Kräfte im Auge haben, ist auch nicht angezeigt. Denn ein Bälkchen, das in einem S y s t e m auf Druck beansprucht wird, ist auch in der Lage, auf Zug beansprucht zu werden. Zur Erklärung diene folgendes:

Die sich rechtwinkelig kreuzenden Kurven eines Balkensystems im Innern eines Knochens wirken wie die Diagonalen eines Fachwerkes. Die Diagonalen bezeichnen die Richtung der inneren Spannungen, welche sich aus den äußeren Kräften ergeben. Letztere bestehen aus der Last, welche auf die Konstruktion einwirkt, und aus dem infolge dieser Last wachgerufenen Auflagerwiderstand. Ein Fachwerk ist ein Träger, der aus Stäben zusammengesetzt ist, und diese Stäbe werden entweder auf Zug oder auf Druck beansprucht werden. Stellen wir uns nun vor, daß in einem Fachwerk, welches durch das Viereck $ABCD$ (Fig. 2) dargestellt ist, die Endpunkte scharnierartig verbunden sind, so erkennen wir leicht, daß das Viereck, wenn es in A und B aufruht, seine Gestalt nur so lange beibehält, als Kräfte parallel AD und BC auf dasselbe einwirken. Diese Art der Konstruktion ist z. B. in den Wirbelkörpern zu finden. Sobald jedoch eine Kraft P schief einwirkt, so ist das Viereck bestrebt, in eine andere Lage ($AEFB$) überzugehen. Dabei

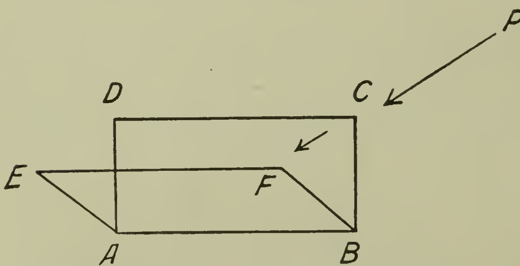


Fig. 2.

würde die Diagonale *AC* verkürzt, während *BD* länger werden würde. Ist nun die Diagonale *AC* durch einen Stab gebildet (Fig. 3), so wird dieselbe die Verschiebung verhindern und Druck erleiden. Der Stab *BD* (Fig. 4) verhindert die Verschiebung gleichfalls, er ist aber nicht dem Druck, sondern dem Zug ausgesetzt. Wir sehen, daß Fachwerke sowohl für den Druck als für den Zug konstruiert werden können, dann sind die Fachwerke einfach und sie bestehen aus Dreiecken. Die Technik macht von beiden Gebrauch. Um die Unverschieblichkeit der Figur *ABCD* (Fig. 2) für Kraftwirkungen nach beiden Richtungen zu sichern, so genügt eine einzige Diagonale nicht, es muß ein Diagonalenpaar konstruiert werden. Die Anordnung von Gegendiagonale kann natürlich auch aus dem Grund angeordnet werden, um Diagonalen, welche hauptsächlich auf Druck beansprucht werden, druckfähiger zu machen resp. sie vor Zerknickung zu schützen, andererseits um Diagonalen gegen übermäßigen Zug zu sichern. Es ist deshalb nicht erforderlich, daß beide Diagonalen dieselbe Stärke besitzen. Verstärkte Druckbälkchen hat man ja auch im menschlichen Knochen an verschiedenen Stellen nachgewiesen (Schenkelsporn etc.), verstärkte Zugbälkchen mit Sicherheit nirgends, auch in pathologischen Zuständen nicht, was ebenfalls darauf hindeutet, daß im Inneren des Knochens eine erhöhte Beanspruchung auf Zug allein nicht vorkommt.

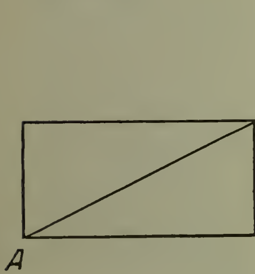


Fig. 3.

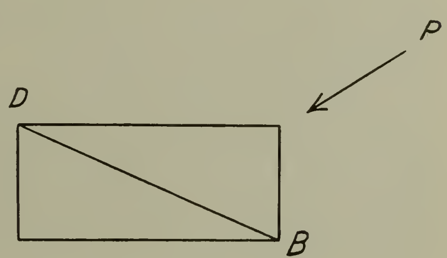


Fig. 4.

Der gleiche Effekt im Innern des Fachwerkes *ADCB* wird nun auch erzielt, wenn das Viereck sich nicht selbst verschiebt, sondern wenn auf der Linie *CD* eine Last hin und her geschoben wird. Befindet sich die Last rechts, so wird die Diagonale *AC* auf Druck, die Diagonale *BD* auf Zug beansprucht werden; befindet sie sich links, so wird die Diagonale *BD* auf Druck und die Diagonale *AC* auf Zug beansprucht werden.

Wolff gab dagegen an, daß die organischen Wirkungen des Zuges denen des Druckes identisch sein müssen. Nur die Druckentlastung bewirke Schwund, vermehrter Zug aber ganz ebenso wie vermehrter Druck Anbildung, und zwar Anbildung solchen Materials, welches dem Zug Widerstand zu leisten vermag. Innerer Zug und Zugbelastung ist hierbei nicht streng auseinander gehalten.

Die Deutung der funktionellen Anordnung der Knochenarchitektur seitens Wolffs für die Lehre von den Deformitäten mußte, wie wir schon angedeutet haben, auf Widerspruch stoßen. Korteweg machte zuerst darauf aufmerksam, daß in den Richtungen, in denen drückende oder ziehende Kräfte im Knochengewebe sich ausbreiten, die Knochenbälkchen sich wohl

anbilden und erhalten, daß aber die Ursache darin zu suchen ist, daß innere Spannung durch äußeren Druck oder äußeren Zug veranlaßt wird, daß ferner das Genu valgum erzeugt wird durch permanenten Druck auf den weichen Knochen. Wolff spricht dagegen Korteweg jedes Verständnis für die Culmannsche Entdeckung der mathematischen Bedeutung der inneren Knochenarchitektur und für die Kranzeichung der Mathematiker ab. Korteweg hat aber daraufhin nachgewiesen, daß der Wert der inneren Druckspannung, in Kilogramm ausgedrückt, nicht mit dem auf dem Kran lastenden Gewicht verwechselt werden darf, und daß an dieser Verwechslung Culmann nicht Schuld hat. Die Druckwirkung ist natürlich im Kran nicht überall die gleiche, was schon daraus hervorgeht, daß sich am untersten Querschnitt, wo der Kran eingemauert zu denken ist, ein sogenannter gefährlicher Querschnitt befindet. Dort würde der Kran, die Gleichartigkeit des Materials vorausgesetzt, zuerst brechen.

Korteweg wies nun ferner erklärend darauf hin, daß der Querschnitt *CD* gar nicht mit 163,3 kg, sondern nur mit den auf den Kran aufgelegten 30 kg belastet ist. Der Punkt *D* wird zwar mit 163,3 kg nach der Culmannschen Berechnung auf die Wage niedergedrückt, aber der Punkt *C* wird mit nahezu derselben Kraft nach oben gezogen (Druck- und Zugspannung). Die positiven und negativen Druckspannungen heben sich also im unbelasteten, sich im Gleichgewicht befindenden Kran gegenseitig auf. Bei einer Belastung von 30 kg betragen sie in jedem Horizontalschnitt genau 30 kg.

Korteweg griff nun auch den schwächsten Punkt der Wolffschen Krantheorie an, daß nämlich an der lateralen Seite des Kniegelenkes, und zwar an den Facetten der Femurkondylen und an der Knorpeloberfläche der Tibia, die Druckwirkung nahezu gleich Null ist. Korteweg verfehlte auch nicht, darauf hinzuweisen, daß die Berechnung, die für den oberen Abschnitt des Femur gilt, sich nicht auch für das untere Ende übertragen lasse, wenn er sich auch auf die nähere Erklärung der Architektur nicht eingelassen hat.

Auch Lorenz kann der Schlußfolgerung Wolffs nicht beistimmen. Er kann vor allem nicht finden, daß es Wolff gelungen ist, die äußeren Gestaltsveränderungen aus den inneren Strukturumwandlungen abzuleiten, und umgekehrt. Die äußeren Gestaltsveränderungen der Knochen, welche das klinische Bild einer Deformität begründen, sind von Wolff überhaupt gar nicht oder auch nur annähernd charakterisiert worden. Die inneren Strukturveränderungen können nicht die Gesamtheit der äußeren Gestaltsveränderungen repräsentieren. Wenn an der Hüter-Volkmannschen Theorie die Schlußfolgerung einer Steigerung des Höhenwachstums aus der relativen Höhenzunahme auch nicht als ganz richtig anerkannt werden kann, so kann sie doch keineswegs als grundfalsch bezeichnet werden. Wichtiger wäre für sie die Fassung gewesen, daß die entlastete Seite keine solche Hemmung ihres Höhenwachstums erfahren habe wie die stärker belastete Seite, in ihrem Höhenwachstum also nicht gestört worden sei. Die Drucktheorie hat nicht behauptet, daß vermehrter Druck primäre Atrophie und Schwund der Knochenbälkchen bedingt, während Druckentlastung die entgegengesetzte Folge habe. Sie betrachtete die Gestaltsveränderungen der Knochen gewissermaßen nur in einer Dimension, berücksichtigte die inneren Veränderungen überhaupt nicht und unterschied nicht zwischen primären und sekundären Folgen des vermehrten Druckes. Worin

die äußere Formumwandlung des Knochens, d. i. die Deformität, besteht, ist aus der Wolffschen Definition nicht zu entziffern.

Während nun Wolff von einer funktionellen Anpassung spricht, bezeichnet Lorenz z. B. die Keilbildung bei der Skoliose, beim Klumpfuß und Plattfuß als „Insuffizienz der Anpassung". Auch das Femur valgum und die Tibia valga sind als Keilbildungen aufzufassen. Es beruht also die Deformierung auf „Keilbildung durch einseitige Ueberlastung". Die hypothetische Erklärung dieser Vorgänge können wir hier übergehen.

Die Meinung Wolffs, daß die funktionelle Anpassung des Knochens an die veränderten statischen Bedingungen unabhängig von Alter und pathologischer Disposition erfolge, kann ebenfalls auf die Zustimmung von Lorenz nicht rechnen, ebensowenig wie die mathematische Betrachtungsweise Wolffs, von der Lorenz behauptet, daß sie sich vielmehr Punkt für Punkt zu Gunsten der Drucktheorie ausnützen lasse.

Experimentell unternahm es Ghillini, den Einfluß des Wachstums auf die Entstehung der Deformitäten klarzulegen. Durch Verletzung der oberen Epiphysenknorpel der Tibia von Kaninchen (Einpflanzung von Elfenbeinnägeln) erzielte er Wachstumsstörungen und Gelenkdeformitäten mit nachfolgenden Deformitäten der Diaphyse, aus denen er den Schluß zog, daß die Deformitäten des Knochenkörpers die Folgen der Deformation der Epiphysen und Gelenkoberflächen seien. Leider haben diese Untersuchungen keine allgemeine Bedeutung. Wir erwähnen nur noch, daß Ghillini auch das ganze Skelett der unteren Extremität betrachtet wissen will, um das Zustandekommen einer Deformität verstehen zu lernen.

Gegen die mathematische Auslegung des Transformationsgesetzes wandte sich auch Bähr. Er verwarf ebenfalls die Krantheorie, insofern sie zur Widerlegung der Hüter-Volkmannschen Theorie herangezogen wurde. Natürlich kam er auch mit der Aufstellung des idealen Punktes an der lateralen Seite des Kniegelenkes in Konflikt. Seine weitere Untersuchung erstreckt sich auf die Erklärung der statischen Verhältnisse des Beckens und der unteren Extremitäten.

Endlich habe ich selbst Bedenken erhoben gegen den Satz Julius Wolffs: „An allen Stellen der Druck- und Zugspannung findet Anbildung, an allen Stellen der Schubspannung findet Schwund statt." Da sich Julius Wolff in seinem Transformationsgesetz hauptsächlich auf diesen Satz stützt, so kann seine Theorie auch kurz als die Theorie der Formbildung durch die Funktion bezeichnet werden. Ich trat dafür ein, statt des Wortes Formbildung das Wort Formerhaltung zu setzen. Ich meinte damit, daß beim Zustandekommen einer Deformität nicht im gewöhnlichen Sinne von Anbildung und Resorption die Rede sein könne, sondern nur von einer Substanzanordnung, die allerdings von der jeweilig vorherrschenden Funktion bestimmt wird. Diese Auffassung widerspricht nicht der von der funktionellen Anpassung. Denn jede Struktur ist eine funktionelle, weil Struktur der Ausdruck der Substanzanordnung ist, deren letzte Ursache die Funktion ist.

Biegen wir einen geraden Gummibalken so, daß er einen Gewölbebogen darstellt, so verdichtet und verkürzt sich die Seite der Konkavität und dehnt und verlängert sich die Seite der Konvexität. Nichts geht am Gummibalken verloren, nichts wird angesetzt. Die Form ist durch die äußere Kraft wohl verändert, die Substanz bleibt aber hinsichtlich des Gewichtes und der Zahl der Moleküle erhalten. Wir sehen zugleich, daß an den Stellen, an denen eine Vergrößerung des Umfanges erfolgt,

der Inhalt im Verhältnis zum Umfang sich verringert. Derselbe Vorgang vollzieht sich bei der Deformierung eines Knochens. An den Stellen vermehrten Druckes ist der Umfang verringert, der Inhalt im Verhältnis zum Umfang vergrößert. An den Stellen der Druckentlastung ist der Umfang vergrößert, der Inhalt im Verhältnis zum Umfang verringert.

Was die mechanischen Störungen des Knochenwachstums betrifft, so haben wir noch der experimentellen Untersuchungen von MAASS zu gedenken. MAASS fand bei Versuchen an Kaninchen, daß ein Knochen durch längere Einwirkung abnormen Druckes oder Zuges Veränderungen seiner inneren Struktur wie seiner äußeren Form erfahre, daß diese Veränderungen aber weder eine wirkliche Hypertrophie noch eine wirkliche Atrophie der Knochen, sondern nur Störungen in der Massenverteilung der in normaler Menge gebildeten Knochensubstanz zur Folge haben. Wird durch mechanische Hindernisse der Knochen an der Entfaltung seines physiologischen Volumens gehindert, so verdichtet sich sein inneres Gefüge, es ergibt sich somit nur eine scheinbare Hypertrophie. Wird das Längenwachstum gehemmt, so tritt entsprechend gesteigertes Dickenwachstum auf.

In der Tat ist aus der Anordnung der Knochenbälkchen in der Architektur der Spongiosa der Schluß nicht gerechtfertigt, daß in einem vollständig gesunden fertigen Knochen ohne erhöhte Leistung und durch bloße Aenderung der Belastung an einer Stelle der organische Vorgang der Resorption Platz greifen kann, während an einer anderen Stelle Knochengewebe neugebildet wird, daß also das Material ohne Funktion beseitigt, durch Funktion neu geschaffen wird. Die Funktion hat in pathologisch-anatomischer Hinsicht, wenn es sich nicht um erhöhte Leistung handelt, nur einen Einfluß auf die Lagerung, resp. Umlagerung der Teilchen. Wird der Knochen im Sinne einer Deformität umgestaltet, so zeigen sich Veränderungen in der ganzen Architektur des Knochens, der alte Bau zerfällt und mit dem vorhandenen Material wird ein neuer aufgerichtet.

Auch der Knochen reagiert auf äußere Kräfte wie ein elastischer Körper. Während sich Formänderungen vollziehen, die mehr oder weniger alle Knochenteilchen betreffen, findet auch eine Richtungsänderung der Druck- und Zugspannungen im Inneren des Knochens statt. Die mechanischen Vorgänge dürfen aber nicht mit den organischen zusammengeworfen werden.

Interessant für diese Frage ist das Studium der mechanischen und bleibenden Formänderungen der technischen Materialien, besonders derjenigen, deren hervorragendste Eigenschaft die Bildsamkeit oder Plastizität ist. Plastizität bezeichnet jene Eigenschaft, welche eine bleibende Formänderung durch Verschiebung der Massenteilchen aneinander, hervorgerufen durch entsprechenden Druck (Kneten oder Hämmern), ohne Bruch gestattet.

Als Beispiel wählen wir die Formänderung, die an einem cylindrischen Stück knetbaren Materials durch Stoßen des Stückes in axialer Richtung gegen eine feste Unterlage entsteht. Die Bewegungsrichtung, welche die Massenteilchen in dem breitgedrückten Cylinder nehmen, ist in den Figg. 5 und 6 zu erkennen. Fig. 6 erinnert an die Form und Architektur des oberen Abschnittes der Tibia, überhaupt an die Knochenform der Gelenkenden. Bei einer eventuell schiefen Aufstoßung der plastischen Masse kommt es natürlich auch auf den Grad der Elastizität an, ob die Massenteilchen sich, wie im Gummi, zusammenschieben lassen, oder ob sie einfach nach der Seite ausweichen und verdrängt werden.

Plastizität und Elastizität wirken auch bei der Deformation des Knochens mit. Die zunehmende Plastizität des Knochens ist aber nur ein krankhafter Zustand, wenn wir vom Wachstum absehen. Mit dem Eintritt der Heilung gewinnt die Elastizität wieder die Oberhand.

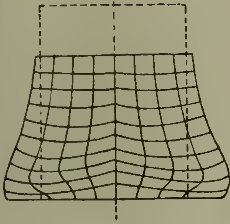


Fig. 5.

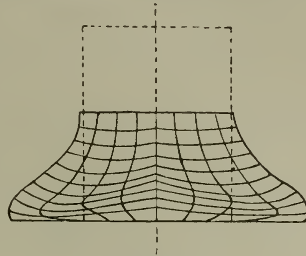


Fig. 6.

Daß der Knochen wie eine plastische Masse deformiert wird, haben Ribbert und Matsuoka experimentell bewiesen, obwohl Ribbert seinen Experimenten nicht diese Deutung gab. An der abnorm gekrümmten Schwanzwirbelsäule des Kaninchens suchte Ribbert festzustellen, auf welche Weise Knochen bei geänderter Inanspruchnahme ihre Gestaltung ändern, wie also im speziellen Falle die Wirbel sich der Biegung anpassen. Die mechanischen Folgen der Biegung bestanden zunächst in einer Verbreiterung der Intervertebralscheibe an der Konvexität durch Dehnung, Verschiebung des Chordakernes nach der Konvexität und Einknickung desselben von der Konkavität nach der Konvexität hin, ferner in Verdrängung der Zwischenwirbelscheibe nach der Konvexität. Daran schloß sich im Biegungswinkel eine beträchtliche Neubildung von Knorpel im Zusammenhang mit der Synchondrose und von Knochen an der angrenzenden Unterfläche beider Diaphysen. Rechts und links vom neugebildeten Knorpel bekam der Knochen einen kegelförmigen Vorsprung in der Konkavität. Der neugebildete Knorpel hatte alle Eigenschaften des hyalinen Knorpels, verhielt sich also wie die Intervertebralscheibe in ihrer ersten embryonalen Anlage. Ribbert sah hierin ein neues Beispiel für die Erscheinung gegeben, daß bei der Regeneration das neugebildete Gewebe zunächst einem früheren, entwickelungsgeschichtlichen, weniger differenzierten Zustand des zu ersetzenden entspricht. Die Knochenneubildung erfolgte zum größten Teil unter Vermittelung des neuen Knorpels nach Art des normalen epiphysären Prozesses, erkennbar an der Reihenstellung der Knorpelzellen senkrecht zum Knochen.

Aber auch das Periost zeigte sich an den Wachstumsvorgängen nicht unbeteiligt, da die neuen Knochenbälkchen mit Osteoblasten reichlich besetzt waren. Auch an der Epiphyse fand sich neugebildeter, teils chondrogen, teils periostal entstandener Knochen.

An der Konvexität fanden sich regressive Veränderungen in Gestalt einer Einschmelzung von Knochensubstanz. Unter dem in Resorption begriffenen Abschnitt sah Ribbert an den Knochenbälkchen regelmäßige Lagen von Osteoblasten. Unter der Einschmelzung erfolgte also Neubildung. Im weiteren Verlauf bildete der alte Knochen an den beiden einander zugekehrten Enden der Diaphysen nicht mehr eine gleichmäßige breite Schicht, sondern er wurde durch Einschmelzungsvorgänge spongiös. Die Diaphyse bekam schließlich ein Aussehen, als sei sie in der Nähe ihres Endes abgeknickt worden. Ein Umstand nun ist für das Ver-

ständnis der Wachstumsvorgänge von Wichtigkeit. Die Zusammendrückung der Intervertebralscheibe beginnt nämlich nicht genau an ihrem unteren Rande. Ihre tiefsten Lagen sind außer dem Bereich der Kompression und springen leicht konvex in den Biegungswinkel vor. An einem Präparat von 15 Tagen war das Längsband im Krümmungswinkel von der Zwischenwirbelscheibe und den angrenzenden Knochenabschnitten abgerückt, verlief gerade und schloß so den Winkel zu einem dreieckigen Raume ab, der zuerst von den hier befindlichen Geweben, Periost, Perichondrium und Bindesubstanz ausgefüllt war, der sich aber später vorwiegend aus spindeligen, protoplasmareichen Zellen aufbaute, welche sich nur undeutlich in die chondralen, periostalen und bindegewebigen Abschnitte sonderten und ohne scharfe Grenze in die Synchondrose und in die Periostschicht übergingen. Dieses Gewebe ist es, welches in späteren Stadien die von der Synchondrose aus beginnende knorpelige Metamorphose zeigt. An die mechanischen Folgen der Biegung schließt sich also, wie Ribbert zusammenfassend hervorhebt, erstens die Bildung reichlichen hyalinen, aus der Zwischenwirbelscheibe herauswachsenden Knorpels an, zweitens an der angrenzenden Unterfläche der Diaphysen die Entwickelung kegelförmig vorspringender Knochenmassen, die teils periostalen, teils chondrogenen Ursprungs sind.

Die Resorption an den Knochenkanten der Konvexität erklärt Ribbert durch Druck der stark gespannten Weichteile und die Neubildung an der Konvexität durch Einrisse in das Gewebe. Die Neubildungsprozesse erfolgen aber nach Ribbert ohne den direkten Einfluß der veränderten statischen Inanspruchnahme des Knochen selbst, nämlich des Zuges an der Konvexität und des Druckes an der Konkavität.

Die Entstehung des neuen Knorpels und Knochens in der Konkavität begann somit im Krümmungswinkel, wo nicht Druck, sondern Entspannung anzunehmen war, wo also funktionelle Beanspruchung ganz fehlte. Bemerkenswert ist die Angabe Ribberts, daß die Proliferation zum Stillstand kommt, wenn durch Vergrößerung und Vermehrung der Zellen in dem dreieckigen Zwischenraum, der im Krümmungswinkel entsteht, die innere Spannung wieder eintritt. Daher paßt sich der neugebildete Knochen den geänderten funktionellen Ansprüchen völlig an. Ribbert kommt zum Schluß auf die Frage der Uebertragung der Versuchsresultate auf das normale Knochenwachstum beim Menschen zu sprechen. Direkt übertragen lassen sie sich nicht, weil sich beim Menschen die statischen Aenderungen nicht so plötzlich einstellen, wie beim Experiment und nur allmählich verstärken. „Aber man wird auch beim Menschen", sagt Ribbert, „daran denken dürfen, ob nicht bei Verkrümmungen der Wirbelsäule und Verbiegungen der Gelenke analoge Neubildungsprozesse an der Konkavität und Einschmelzungen an der Konvexität vorkommen und ob nicht darauf die äußere Gestalt der Knochen wenigstens teilweise zurückzuführen ist. Ich denke insbesondere an die Keilform der Wirbelkörper und anderer Knochen." Ferner sagt Ribbert, daß ein abnormer Druck unter allen Umständen so lange Atrophie zu stande bringt, bis ein funktionelles Gleichgewicht hergestellt ist. Somit ist deutlich ausgesprochen, daß da, wo Druck (Oberflächendruck) herrscht, eine Einschmelzung, also Atrophie bewirkt wird und da, wo Entlastung der Gewebe eingetreten ist, Neubildung.

Wir können aus den Untersuchungen Ribberts demnach entnehmen, daß durch verstärkte seitliche Neigung

zweier Wirbel eine Deformation zu stande gekommen ist, wie sie im Prinzip auch am leblosen, knetbaren oder plastischen Material erzeugt werden kann. Am Knochen kann nur der Prozeß nicht so schnell vor sich gehen. Wir können aber auch weiter sehen, daß nicht rein lokale Vorgänge die Umformung des Knochens bewirken, daß vielmehr der ganze Knochen eine Aenderung seines Baues erfährt.

Die innere Architektur der Spongiosa wird dabei aufgelöst und es kommt erst, wenn die Umlagerung der Teilchen nach Erweichung des Knochens in seiner ganzen Dicke zum Stillstand gekommen ist, zu einer neuen, zueinander passenden Anordnung der Massenteile, d. h. zu einer neuen bleibenden Architektur. Kein Bälkchen der alten Architektur würde in die neue mehr hineinpassen. Bei der Umformung bleibt aber die Integrität des Knochens hinsichtlich seiner Massenteile gewahrt.

Bei Wolff findet sich kein Hinweis darauf, daß er einen derartigen Umbau der Architektur, die sich nur in einer Form im Knochen vorfinden kann, angenommen hat. Wo Druck besteht, da findet nach Wolff stets Anbildung statt, wo Entlastung besteht, da schwindet der Knochen. Man kann dies aber nur dahin gelten lassen, daß mit der Aenderung der Massenverteilung durch äußeren Druck auch eine Aenderung in der Verteilung der inneren Spannungen eintreten muß. Die Bälkchen, die an der Konkavität mehr Last übernehmen, müssen dicker werden, wenn sie sich verkürzen.

Je mehr der Knochen seine Elastizität verloren hat, desto weicher ist er, und desto mehr kommt es zu einer Verdrängung der Knochenmasse nach der Seite hin. So erklärt sich die Lippenbildung an der Konkavität keilförmiger Wirbel, ebenso die Bildung von Knochen im druckfreien Winkel an den von Ribbert beschriebenen Präparaten. Diese Lippenbildung findet sich aber deutlich ausgesprochen auch nur an hochgradig veränderten Wirbeln. Je langsamer der Prozeß verläuft, je weniger intensiv der Verlust an Elastizität war, desto mehr war die Knochenmasse noch elastisch und infolgedessen auch weniger kompressibel, weshalb eine lippenartige Verdrängung an der lateralen Seite des Kniegelenkes nicht wahrzunehmen ist.

Es ist wiederholt darauf aufmerksam gemacht worden, daß die Architektur der Spongiosa in einem Knochen ein fertiger Zustand ist. Aus derselben kann Anbildung und Schwund direkt nicht mehr herausgelesen werden. Wir dürfen aber auch nicht behaupten wollen, daß diese Vorgänge tatsächlich nicht stattfinden. Unsere Einwendungen richteten sich nur dagegen, daß die Knochenbälkchen stets auf lokale Belastungsreize sich anbilden und ohne solche schwinden sollen, und wir betonten nur, daß die Knochensubstanz im ganzen erhalten bleibt. Ein Knochenbälkchen kann niemals aus der Funktion allein herauswachsen, sondern nur aus der Masse des gebotenen Materials mit Hilfe der Funktion. Daß dann die Masse an einer anderen Stelle fehlen muß, ist selbstverständlich. Wie aber die normale Formänderung des Knochens nur auf Apposition und Resorption zurückzuführen ist, so sind auch für die pathologische Formänderung die gleichen Vorgänge anzunehmen.

Ebensowenig können diese Ausführungen dazu führen, den trophischen Reiz der Funktion zu bestreiten.

Einen trophischen Reiz der Funktion finden wir allerdings bei dem Zustandekommen der Deformitäten nicht. Wir können die Frage unerörtert lassen, wie weit in einem Knochen, dessen Funktion gestört ist und der zur Heilung zurückgelangt, der trophische Reiz der Funktion der im Gewebe auftretenden Heilungstendenz entspricht. Ueber die Heilungstendenz kann der trophische Reiz jedenfalls nicht hinausgelangen, da eine Steigerung der Funktion bei der Deformität niemals eintritt.

Der trophische Reiz der Funktion enthält aber nach Wolff die Kraftquelle nicht nur für diejenigen Transformationen, durch welche normale Knochen in deforme umgewandelt werden, sondern auch für diejenigen, durch welche deforme Knochen zur Norm zurückgeführt werden.

Wolff nannte diese Kraft, wie oben erwähnt, „Transformationskraft". Auf dem Prinzip ihrer Ausnützung beruht die Lehre von der funktionellen Orthopädie der Deformitäten. Der Bezeichnung funktionelle Orthopädie hat sich zuerst Roux bedient.

Der Name Transformationskraft ist soviel genannt worden, daß er eine gewisse Berechtigung erlangt hat, besonders wenn seine Bedeutung dahin eingeschränkt wird, daß man darunter nur die wiedererlangte Fähigkeit der elastischen Akkommodation auf Druck- und Zugwirkung versteht.

Hoffa bekennt sich als Anhänger der Wolffschen Lehre mit einigen Einschränkungen. So behält er den Namen Belastungs-Deformitäten bei, was der Bearbeitung des Stoffes in seinem Lehrbuch wesentlich zum Vorteil gereicht.

Auch Schulthess ist mit Roux und Wolff damit einverstanden, die Ausnutzung der Funktion zu therapeutischen Zwecken als funktionelle Orthopädie zu bezeichnen. Wenn nämlich in der Funktionsveränderung ein Mittel zur Beeinflussung des Knochenwachstums liegt, so müssen wir uns desselben in erster Linie zur Korrektur der Deformitäten, besonders beim kindlichen, wachsenden Körper, bedienen, soweit dies möglich ist. Während nun die Deformität durch das Eintreten abnormer Funktion entsteht, so soll die Form wiederum durch die Einführung normaler Funktion korrigiert werden. Ferner ist Schulthess der Meinung, daß rein mechanische Momente einen Einfluß bei der Entstehung von Deformitäten ausüben können und zwar so, daß vermehrte Beanspruchung zu Hypertrophie oder zu vermehrtem Wachstum, verminderte Beanspruchung aber zu Atrophie des Knochens oder geringerer Entwickelung führen kann. Aus der Kombination der Funktionshypertrophie und der Funktionsatrophie geht die Anpassung des Knochens an veränderte mechanische Verhältnisse hervor.

Aus diesen Auseinandersetzungen ist zu entnehmen, von welch weittragender Bedeutung die Abtrennung der Belastungsdeformitäten als eigene Gruppe der Deformitäten von der der Kontrakturen gewesen ist. Diese Abtrennung hat das Verständnis für das Wesen der Deformitäten wesentlich gefördert. Wir sehen aber auch, welcher Zwiespalt entstanden ist durch die verschiedenartige Auffassung des Wesens der Belastungsdeformitäten. Als Belastungsdeformitäten κατ' ἐξοχήν ließ Volkmann die nur an den Gelenken entstehende Umformung von wesentlich mechanischer Bedeutung gelten.

Julius Wolff bezeichnete die gleichen Deformitäten als Deformitäten im engeren Sinne. Er ließ die Umformung ebenfalls von den Gelenken ausgehen und faßte sie auf als eine solche von wesentlich funktioneller Bedeutung. Das Primäre ist bei Wolff die fehlerhafte Haltung, der Knochen ist ursprünglich gesund. Auch bei Volkmann spielt die Schwäche des Knochens nur eine untergeordnete Rolle.

Das gemeinsame, das beide Theorien haben, ist, daß sie die Entstehung der Deformitäten auf lokale Reize zurückführen ohne direkte krankmachende Ursache.

Nun ist es notwendig, darauf hinzuweisen, daß in der Lehre von den Deformitäten die Bezeichnungen vermehrter Druck und schlechte Haltung, die den vermehrten Druck erzeugen soll, mit großer Vorsicht aufzufassen sind. Unter vermehrtem Druck können wir nichts anderes verstehen als den normalen Druck, der in anderer Verteilung auf die Knochen wirkt. In der Regel wird hierunter die exzentrische Belastung verstanden. Es ist damit nicht eine erhöhte Beanspruchung des ganzen Knochens verbunden. Es kann dann auch beim Zustandekommen der Deformität nicht von einer funktionellen Hypertrophie von Bälkchen die Rede sein. Diese würde eine Steigerung der Funktion, resp. eine vermehrte Leistung, voraussetzen. Wir wissen aber, daß deforme Glieder den statischen Anforderungen nicht in normalem Maße gewachsen sind. Tritt aber bei einer geheilten Deformität eine funktionelle Hypertrophie auf, was noch nicht nachgewiesen ist, so kann sie nur in zweiter Linie in Betracht kommen, und sie hat mit dem eigentlichen Wesen der Deformität nichts zu tun. Wir kommen über den Widerspruch nicht hinaus, der darin liegt, daß nur eine kleine Anzahl von Kindern Belastungsdeformitäten erwerben, daß aber die überwiegende Mehrzahl trotz Wirkung derselben schädlichen Einflüsse frei von Verkrümmungen bleibt, wie wir sie als Belastungsdeformitäten anzusprechen haben.

Grundverschieden von diesen lokalen Reizen sind Abweichungen im Wachstum, die bedingt sein können durch permanente oder regelmäßig wiederkehrende Einzwängung in eine andere Lage. Permanente Einzwängung kommt beim Kind nicht vor außer in Ausnahmszuständen. Die vom normalen Wachstum herrührenden Abweichungen der Form und Gestalt der Knochen sind so gering, daß sie noch als innerhalb der physiologischen Grenzen gelegen bezeichnet werden können.

Die permanente Einzwängung macht sich tatsächlich bei den angeborenen Deformitäten, wie beim Klumpfuß, geltend. Der Druck braucht nicht sehr hoch zu sein, um im embryonalen Leben eine abnorme Höhe zu erreichen. Schon die einfache Bewegungsbehinderung im engeren Sinne ist eine Einzwängung.

Als eine Einzwängung kann auch das Verhalten der Knochen bei paralytischen Kontrakturen bezeichnet werden. Auch hier wird die Form erst durch äußere Kräfte modelliert, und um modelliert zu werden, müssen die Knochen weich sein. Bei der Einzwängung braucht aber selbstverständlich nicht unbedingt ein pathologisch weicher Knochen vorhanden zu sein. Der wachsende Knochen ist ebenfalls modellierbar. Die Form ist andererseits nicht schon a priori der Ausdruck der inneren Architektur, sondern letztere bildet sich erst, während jene ausgeprägt wird.

Wir nehmen also schon für die Deformitäten im engeren Sinne das an, was Wolff für die Deformitäten im weiteren Sinne annimmt, nämlich die primäre Formstörung durch einen krankhaften Zustand. Zu den Deformitäten im weiteren Sinne rechnet er schief geheilte Frakturen, rachitische Verkrümmungen, nicht eingerichtete Luxationen, winkelige Ankylosen, accidentelle, durch Trauma erzeugte Fußdeformitäten.

Wolffs Lehre war eine deduktive. Er ordnete die ganze Lehre von den Deformitäten unter das Transformationsgesetz unter, und was den gewöhnlichen Anschauungen nicht entsprach, wurde vom Gesichtspunkte des Transformationsgesetzes aus korrigiert. Aber das System war ein künstliches. Ein eigenes, aktiv Knochen produzierendes Transformationsgesetz gibt es nicht, die Transformation ist vielmehr ein sekundärer Vorgang. Die Beobachtung zeigt ferner, daß auch der Knochen bei seiner Deformierung den außerhalb des menschlichen Körpers bestehenden physikalischen Gesetzen folgt.

Der deforme Knochen ist entweder schief gewachsen, oder er war normal gewachsen und ist durch eine Krankheit schief geworden. Beim Genu valgum adolescentium ist ein schiefes Wachstum allein nicht anzunehmen, weil kaum in kürzerer Zeit stärkere Grade resultieren könnten. Das Gleiche gilt für die habituelle Skoliose und den Plattfuß im Pubertätsalter. Es muß vielmehr eine allgemeine plastische Eigenschaft der Knochen vorausgesetzt werden. Auch die veränderte Haltung, die nicht wirklich eine permanente ist, wie bei den Kontrakturen, ist allein nicht im stande, eine Deformität zu erzeugen. Die Voraussetzung ist auch hier wieder die Plastizität des Knochens.

Das Wesen der Deformitäten besteht demnach einerseits entweder in einer Aenderung der Wachstumsrichtung des ganzen Knochens oder in einer krankhaften Reaktion des Knochengewebes auf die Belastung, andererseits in Fixation der Gelenke in Beugestellung. Somit teilen wir die Deformitäten nach dem Wesen derselben ein in Belastungsdeformitäten und in Kontrakturen. Die Veranlassung zur Verkrümmung ist stets auf die Wirkung äußerer Kräfte zurückzufuhren. Die Pathogenese der Deformitäten ist demnach in erster Linie eine mechanische, und zwar beruhen die Belastungsdeformitäten auf einer Störung der statischen und die Kontrakturen in einer Störung der dynamischen Funktionen des Bewegungsapparates [1]). Fraglich ist es, ob wir auch die einfachen Stellungs- und Haltungsanomalien, die nicht fixiert sind, wie die Lähmungshaltungen und die abnormen Stellungen bei Schlottergelenken (z. B. Genu recurvatum), zu den Deformitäten rechnen sollen. Dieselben können nicht als Verkrümmungen bezeichnet werden, wenn sie leicht durch Aenderung der Stellung auszugleichen sind. Andererseits können aus ihnen aber Deformitäten hervorgehen. Unsere Meinung geht dahin, daß wir die Haltungsanomalien wohl neben den Deformitäten aufzählen können, daß erstere aber nicht als selbständige Gruppe der letzteren aufzufassen sind.

---

1) Die Mechanik zerfällt: 1) in die Statik, 2) in die Dynamik. Die Statik beschäftigt sich sowohl mit dem Gleichgewicht äußerer Kräfte als mit der Festigkeitslehre. Die Dynamik untersucht die Gesetze der Bewegung.

Literatur.

Andry, M., *L'orthopédie ou l'art de prevenir et de corriger dans les enfans, les difformités du corps. Le tout par des moyens à la portée des pères et des mères et de toutes les personnes qui ont des enfans à élever. Paris 1741.*

Ins Deutsche übersetzt von **Philopädion** *(Berlin 1744) unter dem Titel: „Orthopädie oder die Kunst, bei den Kindern die Ungestaltheit des Leibes zu verhüten und zu verbessern. Alles durch solche Mittel, welche in der Väter und Mütter und aller der Personen Vermögen sind, welche Kinder zu erziehen haben.“*

Bähr, F., *Zur Entstehung der Belastungsdeformitäten. Volkmanns Sammlung klinischer Vorträge, N. F. No. 194, 1897.*

Derselbe, *Beobachtungen über die statischen Beziehungen des Beckens zur unteren Extremität. Zeitschr. f. orthop. Chirurgie, Bd. 5, 1898, p. 52.*

Derselbe, *Erwiderung an Wolff, l. c. p. 295.*

Delpech, *Die Orthomorphie in Beziehung auf den menschlichen Körper, oder anatomisch-pathologische Betrachtungen über die Ursachen, Vorbauungs- und Heilmittel der Hauptdeformitäten und über die wahren Grundsätze der orthopädischen Behandlung. (Deutsche Ausgabe der „Chirurgischen Handbibliothek“.) 2 Abteilungen. Mit Atlas. Weimar 1830.*

Eulenburg, M., *Die seitlichen Rückgratsverkrümmungen, Berlin 1876.*

Ghillini, *Die Pathogenese der Knochendeformitäten. Zeitschr. f. orthop. Chirurgie, Bd. 6, 1899.*

Henke, W., *Die Kontrakturen der Fußwurzel. Henles und Pfeufers Zeitschrift, Bd. 5.*

Derselbe, *Kritisches über Klumpfuß und Plattfuß. Offener Brief an C. Hüter. Vierteljahrschr. für praktische Heilkunde, Bd. 125.*

Hoffa, *Lehrbuch der orthopädischen Chirurgie, 4. Aufl., 1901.*

Hüter, *Anatomische Studien an den Extremitätengelenken Neugeborener und Erwachsener. Virchows Archiv, Bd. 25.*

Derselbe, *Ein Beitrag zur Anatomie des Genu valgum. v. Langenbecks Archiv, Bd. 2.*

Derselbe, *Zur Theorie und Therapie des Genu valgum, l. c. Bd. 9.*

Derselbe, *Klinik der Gelenkkrankheiten mit Einschluß der Orthopädie, Leipzig, F. C. W. Vogel, 1876—1878.*

Derselbe, *Antikritische Wanderungen etc. Deutsche Zeitschrift für Chirurgie, Bd. 6, 1876.*

Joachimsthal, *Ueber Wesen und Behandlung der Coxa vara. Volkmanns Sammlung klinischer Vorträge, N. F. No. 215.*

Jörg, *Ueber die Verkrümmungen des menschlichen Körpers und eine rationelle und sichere Heilart derselben, Leipzig 1810.*

Karteweg, J. A., *Nederlandsch Tijdschrift voor Geneeskunde, 1883.*

Derselbe, *Die Ursachen der orthopädischen Knochenmißbildung. Zeitschr. f. orthop. Chirurgie, Bd. 2, 1893, p. 174.*

Derselbe, *Erwiderung der Wolffschen Bemerkungen etc., l. c. p. 251.*

Lorenz, *Ueber Transformation der Knochen etc. Klinische Zeit- und Streitfragen, Bd. 7, Heft 3, Wien 1893.*

Lüning - Schulthess, *Atlas und Grundriß der orthopädischen Chirurgie, München, Lehmann, 1901.*

Maass, H., *Ueber mechanische Störungen des Knochenwachstums. Virchows Archiv, Bd. 163, p. 185.*

Malgaigne, *Leçons d'orthopédie, Paris 1862.*

Matsuoka, *Ueber Gewebsveränderungen der künstlich erzeugten Kyphoss der Schwanzwirbelsäule des Kaninchens. Archiv für Entwickelungsmechanik der Organismen, Bd. 18, Heft 2.*

Meyer, H., *Die Statik und Mechanik des menschlichen Knochengerüstes, Leipzig 1873.*

Ribbert, *Ueber die Veränderungen der abnorm gekrümmten Schwanzwirbelsäule des Kaninchens. Archiv für Entwickelungsgeschichte der Organismen, Bd. 6, 1898, Heft 4.*

Riedinger, J., *Anbildung und Schwund oder Erhaltung der Substanz und der Funktion? Centralblatt für Chirurgie, 1897, No. 10.*

Roser, W., *Anatomische Chirurgie, 2. Aufl.*

Derselbe, *Zur Behandlung des Plattfußes. Archiv der Heilkunde, Bd. 1, 1860, Heft 6, p. 481; Schmidts Jahrb., Bd. 110.*

Roux, W., *Der züchtende Kampf der Teile oder die „Teilauslese“ im Organismus, zugleich eine Theorie der funktionellen Anpassung, Leipzig 1881.*

Derselbe, *Der züchtende Kampf der Teile im Organismus. Biologisches Centralblatt, 1881.*

Derselbe, *Beiträge zur Morphologie der funktionellen Anpassung, I—III. Archiv für Anatomie und Physiologie, Anatomische Abteilung, 1883, 1885.*

Derselbe, *Gesammelte Abhandlungen über Entwickelungsmechanik der Organismen, Bd. 1 (funktionelle Anpassung), Leipzig 1895.*

Roux, W., *Die Entwickelungsmechanik der Organismen, eine anatomische Wissenschaft der Zukunft. Festrede 1889.*

Seeligmüller, *Gerhardts Handbuch der Kinderkrankheiten, Bd. 5, Heft 1. („Spinale Kinderlähmung".)*

Derselbe, *Eulenburgs Encyklopädie, 3. Aufl., 1895. („Kontraktur".)*

Derselbe, *Centralblatt für Chirurgie, 1878, No. 18.*

Solger, B., *Ueber die Architektur der Stützsubstanzen, Leipzig 1892.*

Derselbe, *Ueber den gegenwärtigen Stand der Lehre von der Knochenarchitektur. Moleschotts Untersuchungen zur Naturlehre, 16. Band.*

Stromeyer, L., *Beiträge zur operativen Orthopädik oder Erfahrungen über die subkutane Durchschneidung verkürzter Muskeln und deren Sehnen, Hannover 1838.*

v. Volkmann, R., *Chirurgische Erfahrungen über Knochenverbiegungen und Knochenwachstum. Virchows Archiv, Bd. 24, 1862.*

Derselbe, *Krankheiten der Bewegungsorgane. v. Pitha-Billroths Handbuch der allgemeinen und speziellen Chirurgie, Bd. 2, 1872, Abteil. 2.*

Werner, *Reform der Orthopädie, Berlin 1851.*

Derselbe, *Grundzüge einer wissenschaftlichen Orthopädie, 1. und 2. Abteilung, Berlin 1852, 1853.*

Wolff, Julius, *Ueber die Theorie des Knochenschwundes durch vermehrten Druck und der Knochenanbildung durch Druckentlastung. v. Langenbecks Archiv, Bd. 42, Heft 2.*

Derselbe, *Das Gesetz der Transformation der Knochen, Berlin 1892.*

Derselbe, *Die Lehre von der funktionellen Knochengestalt. Virchows Archiv, Bd. 155, 1899.*

Derselbe, *Ueber die Ursachen, das Wesen und die Behandlung des Klumpfußes. Herausgegeben von Prof. Joachimsthal, Berlin 1903.*

Zschokke, *Weitere Untersuchungen über das Verhältnis der Knochenbildung zur Statik und Mechanik des Vertebratenskeletts, Zürich 1892.*

II. Ursachen der Deformitäten.

A. Angeborene Deformitäten.

Die Deformitäten sind entweder angeboren oder erworben.

Der Hauptrepräsentant der Gruppe der angeborenen Deformitäten ist der Klumpfuß. Die Erklärung seiner Entstehungsweise wurde von jeher auch für die Aetiologie anderer angeborener Deformitäten herangezogen, weshalb wir einige einleitende Bemerkungen über denselben hier anführen wollen.

Schon Cruveilhier im Jahre 1835 und Martin im Jahre 1836 beschuldigten Mangel an Fruchtwasser und Raumbeschränkung im Uterus als Ursache der Deformität. Stolz schrieb sie bald darauf dem Druck des Uterus zu. Später war es hauptsächlich Malgaigne, der die Ansicht aussprach, daß ein fehlerhafter Druck von seiten des Uterus die gewöhnliche Ursache aller angeborener Fußkontrakturen sei. Wie wenig sich aber diese mechanischen Auffassungen Geltung verschaffen konnten, beweist der Umstand, daß selbst Volkmann, der Begründer der mechanischen Theorie der Deformitäten, der sogar die Spuren des Druckes an angeborenen Klump- und Plattfüßen nachzuweisen in der Lage war, die Ansicht Malgaignes als unrichtig bezeichnete. Eine ungeheure Menge der irrtümlichsten Anschauungen ist nach Volkmann von dem einen Punkt ausgegangen, daß man die Ursachen des Klumpfußes immer außerhalb des knöchernen Skeletts suchte. Volkmann betrachtete das Auswachsen der Gelenkkeime in falscher Richtung von der ersten Anlage an als die Regel. Immerhin glaubt er, daß es sich um Hemmungsmißbildungen handelt. Wie Volkmann, so betrachtete auch Hüter den

angeborenen Klumpfuß als eine primäre Entwickelungsstörung der Gelenke infolge perverser fötaler Anlage. Mangel des Fruchtwassers und infolgedessen Druck des Uterus läßt auch er nicht gelten.

Die Gründe der extremen und exzessiven Wachstumsrichtung sind nach HÜTER unbekannt. Er betrachtete die Gelenke als stabile Flächen, von denen aus der Knochen sich entwickelt.

Wenn nun schon beim Klumpfuß es nicht gelang, die pathologische Entwickelung der Knochenformen auf mechanische Störungen zurückzuführen, so blieb überhaupt keine angeborene Deformität übrig, welche anders als ein primärer Bildungsfehler hätte angesehen werden können. Unter solchen Umständen galt es als überflüssig, überhaupt nach weiteren verursachenden Momenten in der Pathologie der angeborenen Deformitäten zu suchen, selbst was die angeborenen Luxationen betrifft, für welche VOLKMANN ebenfalls das Vorbeiwachsen der Gelenkkeime als die Norm ansah.

Nach dem heutigen Stand der Lehre von den Mißbildungen werden die Klumpfüße von den meisten Autoren aufgefaßt als sekundäre Mißbildungen, d. h. Mißbildungen, welche den normal angelegten Embryo in einem späteren Stadium der Entwickelung treffen. So sind nach MARCHAND die Talipedes congeniti, Pes varus und valgus, Pes equinus und Talipes calcaneus, nach ihrer Entstehung in 3 Hauptarten zu unterscheiden:

1) Entstehung durch abnorme Lage und Druckverhältnisse, ohne daß Defekte der Extremitätenknochen vorhanden sind. Diese Entstehung ist die häufigste.

2) Entstehung durch die gleichen Ursachen mit Defekt eines Unterschenkelknochens. Dieselbe ist auf eine frühere Zeit des Fötallebens zurückzuführen.

3) Entstehung durch veränderte Innervation und Muskelaktion (paralytischer Klumpfuß, wobei sowohl Paralyse als Kontraktur eine Rolle spielen). Diese Form findet sich am häufigsten bei Mißbildungen des Rückenmarks.

Auch die Klumphand und die angeborenen Luxationen zeigen in ätiologischer Beziehung das gleiche Verhalten. Ferner hat man auch für den angeborenen Schiefhals in neuester Zeit abnorme Lage und Druckverhältnisse im Uterus in überzeugender Weise geltend gemacht.

Die Erfahrung zeigt nun aber auch, daß Klumpfüße, Hüftgelenkluxationen etc. erblich in Familien vorkommen können. Das Gleiche gilt für andere Mißbildungen, die wir zu den Deformitäten rechnen können, wie die Spalthand und den Spaltfuß etc. Ob wir in solchen Fällen berechtigt sind, die mechanischen Momente in der Entstehung rundweg abzuleugnen, die Fälle vielmehr nur als Störungen der ersten Bildung, als Vitia primae formationis, aufzufassen, ist noch nicht genügend sichergestellt. Jedenfalls sind diese primären Bildungsfehler seltener und es bleibt noch jedem überlassen, im zweifelhaften Falle sich für den einen oder anderen Entstehungsmodus zu entscheiden.

Den angeborenen Deformitäten liegen demnach entweder innere oder äußere Ursachen zu Grunde, je nachdem es sich entweder um primäre oder um sekundäre Mißbildungen handelt.

Die inneren Ursachen sind bereits bei der ersten Anlage des Embryo vorhanden und beruhen auf einer fehlerhaften Beschaffenheit des Keimes. Die äußeren Ursachen treten später auf.

Primäre Bildungsanomalien im allgemeinen können entstehen durch abnorme Zustände im Ei oder im Sperma, abhängig von accidentellen Zuständen, durch Entwickelungsstörungen der Eihäute oder auch durch krankhafte Veränderungen der Embryonalanlage, wie Zirkulationsstörungen und mangelhafte Ernährung. Zwingend für die Annahme innerer Ursachen ist jedoch nur der Nachweis der Vererbung oder des familiären Auftretens. Die Vererbung erfolgt am häufigsten direkt von den Eltern auf die Kinder, seltener durch Atavismus, d. h. durch das Wiederauftreten eines Krankheitszustandes auch nach einer langen Reihe von Generationen bei den Descendenten.

Der Ausdruck Atavismus wird speziell für Eigentümlichkeiten angewandt, welche im Sinne der phylogenetischen Entwickelung aus einer früheren Ahnenreihe stammen. Als familiäre Vererbung bezeichnet man das Auftreten einer Abnormität bei mehreren Nachkommen derselben von normalen Eltern abstammenden Generation, kollaterale Vererbung das Auftreten einer Abnormität, die sonst nur bei Ascendenten in der Seitenlinie zu beobachten ist. Eigentümlich ist, daß manchmal mehr die Söhne, manchmal mehr die Töchter von der Vererbung betroffen sind.

Von ererbten Mißbildungen sind z. B. zu nennen Spaltbildungen, d. h. durch rudimentäre Entwickelung und Defekt einzelner Teile entstehende Anomalien, überzählige Knochen und Glieder, ferner angeborene Luxationen, Klumpfüße. Es muß aber wiederholt bemerkt werden, daß für die angeborenen Mißbildungen der Nachweis der Vererbung häufiger fehlt.

Bei Geisteskrankheiten, Infektionskrankheiten, Konstitutionsanomalien spricht man auch von einer ererbten Disposition. Aus der Disposition, z. B. der neuropathischen Disposition, ergeben sich dann in vielen Fällen nicht die gleichen Erkrankungen, sondern verwandte Krankheitsformen. Man spricht dann im letzten Falle auch von Degenerescenz (Morel).

Als Beispiele von ererbten Erkrankungen, die erst im späteren Leben zu Deformitäten Veranlassung geben können, lassen sich anführen die myopathischen progressiven Muskelatrophien, nämlich die hypertrophische und die atrophische Form der Dystrophia muscularis progressiva infantum, sowie die Dystrophia muscularis progressiva juvenum et adultorum. Bekannt ist, daß diese Krankheiten in familiären Gruppen auftreten können. Zu erwähnen sind ferner die Störungen, Kontrakturen etc., die bei Blutergelenken entstehen können. Die Hämophilie tritt vorzugsweise bei männlichen Individuen auf, wird aber durch weibliche Familienglieder vererbt.

Ziegler bezeichnet das erstmalige spontane Auftreten einer Mißbildung in einer Familie als primäre Keimvariation. Diese ist entweder darauf zurückzuführen, daß von den zur Kopulation gelangenden Geschlechtskernen einer oder auch beide nicht normal waren, oder daß sie zwar normal waren, daß aber aus ihrer Vereinigung im pathologischen Sinne eine Variation entstand.

Zu den äußeren Ursachen, welche die sekundären Mißbildungen erzeugen, haben wir zu rechnen alle Einflüsse, welche im Laufe der Entwickelung auf den Embryo schädlich einwirken. Von Wichtigkeit sind mechanische, thermische und chemische Einwirkungen, konstitutionelle Erkrankungen und Infektionen.

Ein Trauma ist jedenfalls in der Lage, den Embryo in seiner Entwickelung zu schädigen. Anton hat einen Fall beschrieben, der auch von Marchand angeführt wird, in dem die Wahrscheinlichkeit vorhanden war, daß ein im 3. Schwangerschaftsmonat erlittenes Trauma die Ursache abgab für Störungen der Schädel- und Gehirnentwickelung. Gleichzeitig hatte die Verletzung einen Bruch eines Oberschenkels zur Folge, der sich später nach dem embryonalen Leben als geheilt erwies.

In der ersten Zeit der Schwangerschaft ist der Uterus vor äußeren Insulten noch ziemlich geschützt und auch der Embryo ist durch die ihn umgebende Flüssigkeit vor mechanischen Einwirkungen von außen ziemlich sicher. Traumen schädigen deshalb in der ersten Zeit die Entwickelung des Embryo weniger direkt als indirekt durch Blutergüsse, die entweder zu Loslösung des Eies oder zu Ernährungsstörungen führen. Erschütterungen können, z. B. wie man annimmt, zu solchen Blutungen, an denen der Embryo nicht immer zu Grunde zu gehen braucht, führen.

Leichter zu verstehen sind die, auch durch anatomische Präparate zu beweisenden, schädlichen Einflüsse, welche die nächste Umgebung, nämlich die Eihüllen und der Uterus, auf den Embryo ausüben können. Zunächst hat man an den Druck zu denken.

Der Uterus muß, um einen partiellen Druck ausüben zu können, dem Embryo direkt anliegen. Ein solcher partieller Druck ist aber nicht immer die erste

Ursache der Mißbildungen der Extremitäten. Oft ist er, wenn seine Spuren im extrauterinen Leben noch sichtbar sind, nur als Begleiterscheinung aufzufassen. Meist ist es die Zwangslage oder die abnorme Lagerung, in der der Embryo oder Fötus verharrt infolge allgemeiner Engigkeit des Amnions oder durch Raumbeengung aus anderen Gründen (Extrauterinschwangerschaft, Erkrankung des Chorion, der Decidua reflexa und Decidua vera, Tumoren, Erkrankung des Uterus, Mangel des Fruchtwassers etc.).

Es unterliegt ferner keinem Zweifel mehr, daß aus allgemeiner oder partieller, abnormer Verwachsung des Amnions mit der Oberfläche des Embryo Mißbildungen entstehen können. Diese Verwachsungen können ebenfalls die Folge von mangelhafter Absonderung von Fruchtwasser sein. Auch an Entzündungen als Ursachen der primären Verklebungen hat man gedacht. Bei späterer stärkerer Ansammlung des Fruchtwassers zerreißen oder dehnen sich die partiellen Verwachsungen, die alsdann als Synechien oder als „amniotische Fäden" bei der Geburt des Kindes nachzuweisen sind.

Der Einfluß der Temperaturdifferenzen auf die Entwickelung des Embryo hat man experimentell nachzuweisen gesucht. Diese Frage hat vorläufig noch keine praktische Bedeutung. Die chemischen Einwirkungen bestehen in Störungen der Sauerstoff- und Ernährungszufuhr. Sie werden unter den Ursachen aufgeführt, ohne daß näheres darüber bekannt ist als das, was durch das Experiment zu Tage gefördert wurde.

Blutungen brauchen nicht die alleinige Folge von Verletzungen zu sein. Sie können auch auf Infektionskrankheiten, um diese hier gleich zu erwähnen, beruhen. Denn auch am Fötus können Veränderungen durch Uebergang von Infektionskrankheiten der Mutter auf denselben entstehen. Wir haben es dann mit sogenannten fötalen Krankheiten zu tun. Wenn dieselben in dem späteren Stadium des Fötallebens auftreten, so sind sie gewöhnlich nicht mit Mißbildungen im gewöhnlichen Sinne kombiniert. Ein großes Kontingent an Veränderungen infektiöser Natur stellt die Syphilis.

Zu den fötalen Krankheiten rechnen wir auch die Anomalien der Knochenbildung. Die wichtigste dieser Anomalien ist die sogenannte fötale Rachitis (Rachitis foetalis micromelica) oder die Chondrodystrophia (Kaufmann). Das Wesen derselben besteht in einer Hemmung des Längenwachstums entweder durch ungenügende Proliferation der Knorpelzellen an der Ossifikationsgrenze und frühzeitiges Aufhören der Knorpelverknöcherung (Chondrodystrophia hypoplastica) oder durch Erweichung des Knorpels und unregelmäßige Verknöcherung (Chondrodystrophia malacica) oder durch starke Wucherung der Knorpelzellen und gestörte Ossifikation (Chondrodystrophia hyperplastica Ziegler). In jedem Falle besteht eine Störung der endochondralen Ossifikation an den knorpelig vorgebildeten Teilen des Skeletts, während die periostale Knochenbildung ungehindert weiter geht. Aus letzterem Grunde entstehen kurze, plumpe, dicke, zuweilen verkrümmte Knochen, oder bei Chondrodystrophia hyperplastica Knochen mit starker Verdickung der Diaphysenenden. Zufolge der mangelhaften Knorpelwucherung ist die Schädelbasis verkürzt, so daß die Nasenwurzel tief eingezogen erscheint, der Schädel ist hoch, cylinderförmig. Die Haut ist ödematös.

Die Hemmungen des Längenwachstums können auch in Beziehung stehen einerseits zum Kretinismus, andererseits zu Myxödem.

Ist das Längenwachstum gleichmäßig am ganzen Skelett behindert, so kommt es zu einem allgemeinen Zwergwuchs (Mikrosomie, Nanosomie). Der Zwergwuchs kann also schon intrauterin beginnen. Hört das Längenwachstum infolge Einstellen der endochondralen Ossifikation ganz auf, während die Knorpelfugen noch erhalten sind, so können letztere bei Zwergen auch dauernd bestehen bleiben.

Hemmung des endochondralen Längenwachstums kann sich mit prämaturer Synostose der Synchondrosen und Syndesmosen verbinden, was alsdann Verengerung des Beckens, Microcephalie etc. zur Folge haben kann.

Mit der im extrauterinen Leben vorkommenden Rachitis hat die fötale Rachitis nichts zu tun. Wahre Rachitis ist im intrauterinen Leben nicht sicher nachgewiesen.

Als Osteogenesis imperfecta bezeichnet man die Störungen des Dickenwachstums des Knochens. Dieselbe beruht auf einer mangelhaften Ablagerung von Kalksalzen, resp. auf einer ungenügenden Bildung neuen Knochens aus den Osteoblasten des Knochenmarkes und des Periosts. Die Knochen bleiben dünn, sie werden brüchig, porös. Deshalb spricht man auch von Fragilitas ossium und von Osteopsathyrosis congenita. Das Wesen dieser Wachstumsstörungen, die man ebenfalls zur fötalen Rachitis gerechnet hat, stimmt ebenfalls mit dem der Wachstumsstörungen bei der wahren Rachitis nicht überein.

Zu den Mißbildungen infolge fötaler Krankheiten, werden zuweilen auch Veränderungen der Haut, wie die diffuse Lymphangiombildung (Elephantiasis congenita) und das Scleroderma neonatorum gerechnet.

Eine scharfe Trennung zwischen Mißbildung und Krankheit ist auf Grund der morphologischen Veränderungen allein nicht möglich. Im allgemeinen kann man sagen, daß, je schwerer die Mißbildungen sind, desto frühzeitiger sind sie entstanden. In späteren Stadien können zwar noch ausgebildete Teile in ihrer Entwickelung stark gehemmt werden, aber vollständige Mißbildung größerer Körperabschnitte werden kaum mehr stattfinden können.

Gegen Ende des intrauterinen Lebens gleichen die Verbildungen in ihrer Entstehung immer mehr denen im postfötalen Leben erworbenen.

Nach ihrer Genese lassen sich die Einzelmißbildungen, die entweder typisch oder atypisch sein können und den Doppelmißbildungen, die uns hier nicht weiter beschäftigen, gegenüber stehen, nicht in ein natürliches System einteilen, so lange über die Entstehung der Mißbildungen noch keine völlige Klarheit herrscht. Sehen wir von den fötalen Krankheiten ab, so werden die Mißbildungen eingeteilt in folgende Gruppen:

1) Hemmungsmißbildungen, Monstra per defectum. Zu diesen rechnet man alle Mißbildungen, welche auf einem Stehenbleiben einzelner Teile auf einer früheren Entwickelungsstufe beruhen. Die Hemmung kann durch Vererbung, durch spontane Keimvariation oder auch sekundär durch mechanische Hinderung bewirkt sein. Dahin gehören Hypoplasie, Aplasie (Agenesie), Atrophie, Verdoppelung durch Spaltung, Abschnürung und Verschmelzung.

2) Mißbildungen durch excedierende Entwickelung, Monstra per excessum. Dieselben kommen wesentlich durch innere Ursachen zu stande, entweder durch Vermehrung des Anlagematerials oder durch erhöhte Wachtumsenergie. Hierher gehören abnorme Größe (partieller oder allgemeiner Riesenwuchs), numerische Vermehrung der Organe oder einzelner Teile derselben (Polydaktylie, Polymastie etc.) oder auch abnorm frühzeitige Entwickelung der Geschlechtsorgane.

3) Lageveränderungen innerer Organe, Irrungsbildungen, Monstra per fabricam alienam (Situs inversus oder transversus).

4) Hermaphroditismus.

An die Lageveränderungen der inneren Organe kann man, wie dies ZIEGLER getan hat, die kongenitalen Luxationen, sowie die abnormen Stellungen der Füße und Hände anschließen.

Die kongenitale Hüftgelenkluxation und die angeborenen Fußdeformitäten werden zwar von einigen Autoren auch als lokale Hemmungsbildungen aufgefaßt. So führte GRAWITZ die Hüftgelenksluxation auf eine primäre Agenesie des primären Knorpels zurück. Auch nach v. AMMON, KRÖNLEIN und HOLTZMANN sind die kongenitalen Luxationen zum Teil Hemmungsbildungen. Beim angeborenen Klumpfuß ist es bekanntlich ESCHRICHT gewesen, der die Ansicht vertreten hat, daß die fötale Stellung der unteren Extremitäten nicht in die normale übergeht. Es fehlt jedoch, wie schon oben angeführt wurde, auch nicht an gewichtigen Autoren, welche alle diese angeborenen Deformitäten als sekundäre Mißbildungen auffassen. Dieselben nehmen als Ursachen für die kongenitalen Luxationen frühzeitige Lageveränderung der Extremitäten an und als Ursache der Klumpfüße die Zwangsstellung, die der Fuß im Uterus infolge Raumbeengung einnimmt, den Druck des Uterus, die mangelhafte Entfaltung der Gelenke etc.

Zu den Hemmungsbildungen, nicht zu den einfachen Lageveränderungen, dagegen rechnet ZIEGLER diejenigen Mißbildungen an den Extremitäten, welche auf einem Mangel einzelner Knochen beruhen. Es fragt sich dabei nun, ob wir berechtigt sind, auch jene sekundären Verbiegungen an den Knochen und Stellungsanomalien der Gelenke, welche erst infolge Ausfalles eines Knochens sich allmählich ausgebildet haben, ebenfalls als Hemmungsbildungen zu bezeichnen. Es kommt hier

genau darauf an, was wir als das wichtigste in der äußeren Erscheinung ansehen, nach dem sich die Benennung richten soll. So können wir die auf Defekt oder rudimentäre Entwickelung des Radius zurückzuführende Klumphand als Hemmungsbildung bezeichnen, wenn wir damit die Ursache des ganzen Krankheitsbildes in den Vordergrund stellen und die begleitenden Veränderungen, die allerdings für die äußere Erscheinung größtenteils maßgebend sind, als weniger wichtig betrachten. Nach der Genese der zu Grunde liegenden Affektion bezeichnen wir alsdann im übertragenen Sinne auch die Deformität, nämlich die Verkrümmung der Ulna und die Stellungsanomalie der Hand als Hemmungsbildung. Es soll damit nicht ausgedrückt sein, daß es sich um ein Stehenbleiben der Ulna selbst oder der Hand auf einer früheren Entwickelungsstufe handelt. Die Ulna ist vielmehr nur deshalb krumm gewachsen, weil der Radius im Wachstum nicht nachgekommen ist und die Ulna ihrer seitlichen Stütze entbehrt.

Von der gleichen Uebertragung machen wir Gebrauch, wenn wir die zu Grunde liegende Affektion, die zu einer Deformität Veranlassung gegeben, auf Vererbung oder primäre Keimvariation zurückführen. An dem Beispiel der Klumphand können wir uns wiederum klar machen, daß, wenn auch der Defekt schon in der Keimanlage bedingt war, doch die Ulna an und für sich noch nicht in ihrer Anlage als deformiert angesehen werden muß. Allerdings kann das veränderte Wachstum unmittelbar nach der normalen Anlage beginnen.

Wir kommen nun nach diesen allgemeinen Erörterungen über die Mißbildungen zu den Deformitäten im speziellen zurück.

Seit Volkmann werden auch die angeborenen Deformitäten eingeteilt in primäre oder idiopathische und in sekundäre. Versuchen wir uns aber an der Hand der Literatur klar zu machen, was im einzelnen Fall eine primäre und was eine sekundäre Deformität darstellt, so stoßen wir noch auf die stärksten Widersprüche.

Betrachten wir, wie dies gewöhnlich geschieht, die sogenannten primären Deformitäten als Hemmungsbildungen, so wissen wir doch nur, daß diese Hemmungsbildungen einer früheren fötalen Periode angehören, und es ist damit nicht ausgesprochen, daß sie einer fehlerhaften Keimanlage ihren Ursprung verdanken. Andererseits ist es sehr wahrscheinlich, daß bei allen angeborenen Deformitäten, die nicht auf fötalen Krankheiten beruhen, die Zeit der Entwickelung in die ersten 3 Monate der Schwangerschaft zurückreicht. Der eigentliche Beginn ist aber für jede Deformität ins Dunkle gehüllt. Hinsichtlich des Klumpfußes sagt z. B. Kocher: „Man hüte sich, im Klumpfuß etwas Spontanes, Primäres, das fötale Vitium primae formationis sehen zu wollen". Kocher läßt den Klumpfuß stets mechanisch nach Ausbildung der Gelenkspalten entstehen.

Bessel-Hagen ist der Ansicht, daß der kongenitale Klumpfuß von der Zeit der Extremitätenbildung an in jeder Periode des fötalen Lebens zur Entwickelung gelangen kann und er führt die seiner Ansicht nach unterscheidenden Merkmale des idiopathischen, durch fehlerhafte Keimanlage bedingten, und des sekundären, durch mechanische Einwirkungen entstandenen, Klumpfußes an. Julius Wolff weist in seiner letzten, von Joachimsthal herausgegebenen Arbeit über die Ursachen etc. des Klumpfußes, in der mit großer Sachkenntnis die von den verschiedenen Autoren angegebenen, ätiologischen Momente zusammengetragen und geordnet sind, darauf hin, daß die entferntere Ursache des angeborenen typischen Klumpfußes in nichts anderem besteht als in der Tendenz des Fußteiles der Keimanlage, in fehlerhafter Richtung sich zu entwickeln und zu wachsen. Darnach gibt

es also weder einen primären noch einen sekundären, sondern nur einen einzigen typischen angeborenen Klumpfuß.

Für Julius Wolff ist auch hier die Funktion das Erste. Die Form ist nichts anderes als der Ausdruck der Anpassung an die Funktion und alles, was man bisher als primäres Vitium formationis angesehen hat, ist im Grunde nichts anderes als ein primäres Vitium functionis.

A priori läßt sich bei keiner Deformität die Möglichkeit eines Fehlers in der Keimanlage abstreiten. Es ist wenigstens zuzugeben, daß für die Hemmungsbildungen ein solcher Fehler als wahrscheinlich angenommen werden kann. Ist er aber mit Wahrscheinlichkeit anzunehmen, so dürfen wir die Deformitäten, deren Ursache in einer Hemmungsbildung zu suchen ist, auch als primäre angeborene Deformitäten bezeichnen. Ja selbst diejenigen Deformitäten, bei denen die Anlage zwar normal war, bei denen aber die erste Entwickelung bereits eine veränderte Wachstumsrichtung zeigte, können mit einigem Grund als primäre Deformitäten bezeichnet werden. Dagegen sind alle jene Deformitäten, welche erst im Laufe der normal begonnenen Entwickelung des Skeletts auftraten, als sekundäre angeborene Deformität angesehen worden.

Da aber die Schwierigkeiten, jeden einzelnen Fall in die richtige Rubrik unterzubringen, sehr groß sind, so kann diese Einteilung auch nur als eine künstliche bezeichnet werden, und es können schließlich nur, wie schon angedeutet, die ererbten und familiären Fälle auf eine primäre Entstehung zurückgeführt werden. Das Eine wird nicht bestritten werden können, daß ein Knochen nur dann krumm wächst, wenn ihn seine Umgebung hierzu nötigt. Die Deformität selbst kann deshalb, streng genommen, niemals als ein Vitium primae formationis, sondern nur als ein Vitium secundae formationis aufgefaßt werden.

Am häufigsten spricht man von einer primären oder idiopathischen angeborenen Deformität, wenn der Verkrümmung ein Defekt am Knochensystem zu Grunde liegt. Diese Mißbildung kann dann selbst wiederum entweder primärer oder sekundärer Natur sein. Hierüber näheren Aufschluß zu verschaffen, wird Aufgabe der Teratologie sein. Wir dürfen erwarten, daß die durch Wilhelm Roux begründete Entwickelungsmechanik noch manche fundamentale Aufklärung bringen wird.

Da also eine und dieselbe angeborene Deformität einmal als primäre, ein anderes Mal als sekundäre Mißbildung aufgefaßt werden muß, so macht die ätiologische Einteilung der angeborenen Deformitäten Schwierigkeiten. Wir wollen sehen, wie wir die verschiedenen Ursachen rubrizieren können.

1. Angeborene (intrauterine) Belastungsdeformitäten.

Wir haben wiederum am einfachsten davon auszugehen, daß auch die Pathogenese der intrauterin entstandenen Deformitäten eine mechanische ist. Auch die angeborenen Deformitäten sind entweder Belastungsdeformitäten oder Kontrakturen. Als das Wesen der Belastungsdeformitäten haben wir entweder Aenderung der Wachstumsrichtung des ganzen Knochens oder krankhafte Reaktion des Knochengewebes auf die Belastung bezeichnet. Die bloße An-

nahme vermehrten artikulären Druckes ist geeignet, auch bei den angeborenen Deformitäten zu mißverständlichen Auffassungen Veranlassung zu geben.

Während im extrauterinen Leben die krankhafte Reaktion des Knochengewebes auf die Belastung die Hauptrolle spielt, ist die Aenderung der Wachstumsrichtung für die Entstehung der Deformitäten in Utero das wichtigste Moment und wir haben nunmehr nach den Ursachen dieser Aenderungen zu fragen.

1) Die wichtigste dieser Ursachen ist Druck durch Raumbeschränkung. Der Embryo ist infolge derselben nicht in der Lage, seine Glieder entfalten zu können, er ist vielmehr in eine Zwangslage versetzt, in welcher die Kochen, resp. die Knorpel, die ihnen vorgeschriebene Form annehmen müssen. Es ist sowohl der Druck zu beachten, den der Uterus nach innen auf den Embryo ausübt, als der Druck, der von seiten des Embryo gegen die Uteruswand gerichtet ist.

Es ist schon darauf hingewiesen worden, daß die Raumbeschränkung von allerlei mechanischen Einwirkungen herrühren kann, abhängig von Veränderungen des Uterus oder der Eihüllen. Besonders häufig wird Mangel des Fruchtwassers angegeben. Instruktive Beispiele für das Entstehen von Deformitäten aus mechanischen Gründen bieten besonders ektopische Früchte, bei denen v. Winckel allerdings auch noch andere, wichtige Ursachen angenommen hat, die bei den intrauterinen Früchten wegfallen oder weniger von Bedeutung sind. Der wichtigste Faktor ist nach v. Winckel in dem aktiven Verhalten des Fruchtsackes selbst gelegen. Gegen Ende der Schwangerschaft treten nämlich schmerzhafte, heftige Kontraktionen in Form wirklicher Wehen auf, welche auf die Gestalt des Fötus einen Einfluß ausüben können. Die Kontraktionen können so stark sein, daß sie den Fötus wie eine Kugel zusammenballen und in die Bauchhöhle schleudern.

Nun braucht die Deformierung sich nicht in der Kontinuität der Knochen allein zu zeigen. Raumbeschränkung kann auch die Kontiguität der Gelenke stören. Dadurch entstehen die angeborenen Luxationen. Die Gelenkenden wachsen dann wohl aneinander vorbei. Der Anlaß zu Luxation selbst wird aber in der Regel in äußeren mechanischen Einflüssen zu suchen sein.

Ferner sind hier zu nennen die sonstigen abnormen Lagerungen der Glieder oder Gliedabschnitte, z. B. das angeborene Genu recurvatum.

2) In zweiter Linie kommen als Ursachen in Betracht amniotische und amnio-fötale Verwachsungen. Dieselben können direkt und indirekt zur Ausbildung von Deformitäten Veranlassung geben, nämlich direkt wieder durch Raumbeschränkung oder durch Festhaltung oder Zug seitens amniotischer Fäden und indirekt durch sekundäre abnorme Lagerung. Diese Ursachen haben indes weniger Bedeutung speziell für die Lehre von den Deformitäten als für die von den Mißbildungen überhaupt.

Ein besonderes Kapitel, auf das wir im Anschluß hieran besonders noch einzugehen haben, ist das der sogenannten intrauterinen Frakturen. Max Sperling hat zuerst darauf aufmerksam gemacht, daß diese Affektionen in der Regel keine Frakturen, d. h. verheilte Kontinuitätstrennungen bereits angelegter fötaler Knochen, darstellen, wenn sie solitär zur Beobachtung kommen. Sie werden auch nicht durch ein von außen

wirkendes Trauma oder den Druck der Uteruswand herbeigeführt. Sie stellen vielmehr Verbiegungen oder Knickungen des noch nicht differenzierten embryonalen Blastems dar und verdanken ihre Entstehung ebenso wie die Defekte dem direkten Einfluß amniotischer Verwachsungen. Von den multiplen, nicht verheilten Spontanfrakturen, wie sie bei Lues und Rachitis vorkommen können, sind die solitären kongenitalen Knickungen der Extremitätenknochen streng zu trennen. Sperling konnte auf Grund mikroskopischer Untersuchungen kallöse Verdickung nicht nachweisen, dagegen kleinzellige, ringförmige Umlagerung des Knochens an der Knickungsstelle als Effekt einer durch längere Einwirkung eines amniotischen Fadens entstandenen Periostitis. Auch in der Haut fanden sich in einem Fall Veränderungen, die als Folgezustände einer Einschnürung durch einen amniotischen Faden zu deuten waren. Früher wurden diese Veränderungen als Narben infolge Perforation der Weichteile durch die Bruchstücke aufgefaßt. Ferner konnte Sperling die fötalen Fäden an der Placenta wirklich beobachten. Außerdem machte dieser Autor darauf aufmerksam, daß Defekte, wie Fibula- und Zehendefekte, in ca. 60 Proz. aller Fälle nachgewiesen sind. Dies gestattet den Schluß, daß die amniotischen Fäden, welche diese Defekte verursachen, auch die Knickung des Blastemstümmelchens herbeiführen. Infolge der Knickung des nicht differenzierten Blastemstümmelchens können sich die größeren Gefäße und Nerven der Extremität nicht ausbilden und es kommt zu trophischen Störungen und zur Behinderung des Wachstums, Einflüsse, die selbst noch nach der Geburt sich geltend machen.



Fig. 7.

3) Weiter werden die angeborenen Deformitäten verursacht durch veränderte Wachstumsrichtung infolge von Lücken, die im Skelettsystem während der Entwickelung des Fötus bestehen bleiben, ferner durch Defekte oder durch Ueberzahl von Knochen. So kommen Klumpfüße vor durch sogenannte Randdefekte, Defekte an der Innenseite des Unterschenkels oder Fußes oder beider zugleich. Am stärksten sind diese Klumpfüße ausgeprägt bei Mangel der Tibia. Der Fuß wird dann nach der Seite des Defektes hin verschoben. Es entsteht eine veränderte Wachstumsrichtung in der Kontiguität der Gelenke. Aehnlich kommt es zu angeborenen Plattfüßen

durch Randdefekte an der lateralen Seite des Unterschenkels oder des Fußes oder durch rudimentäre Entwickelung einzelner Knochen, besonders der Fibula (Fig. 7). Diese Deformitäten müssen natürlich von den typischen angeborenen Klumpfüßen und Plattfüßen, bei denen die veränderte Wachstumsrichtung nicht auf mangelhafte Entwickelung benachbarter Knochen und nicht auf Störung der Kontiguität der Gelenke zurückzuführen ist, getrennt werden. An den oberen Extremitäten kommen Klumphände durch angeborenen Mangel oder rudimentäre Entwickelung des Radius vor. Seltener ist die rudimentäre Entwickelung der Ulna mit konsekutiver Verkrümmung des Radius zu beobachten. (Fig. 8. Bei demselben Individuum, Mädchen, bestand eine rudimentäre Entwickelung der linken Fibula mit starker Valgität des Fußes.)



Fig. 8.

Hierher gehört auch die Verunstaltung durch rudimentäre Entwickelung des Oberschenkels. Ferner haben wir hier zu erwähnen die Skoliose infolge von überzähligen Wirbeln oder von Rippen (Garrè).

Die Frage, ob die rudimentäre Entwickelung oder der gänzliche Mangel eines Knochens als vitium primae formationis oder secundae formationis aufzufassen ist, lassen wir selbstverständlich hier ebenfalls offen.

Da die Pathogenese der angeborenen Deformitäten eine mechanische ist, so wundern wir uns nicht, daß ein und dieselbe Deformität in verschiedenen Rubriken wiederkehren kann. Wenn wir z. B. mit Holtzmann die frühfötale kongenitale Luxation der Hüfte als Folge von Hypoplasie der Skelettteile des Beckens auffassen, so müssen wir diese als zur letzten Gruppe gehörig betrachten. Holtzmann unterscheidet nämlich frühfötale Luxationen, d. h. solche, welche vor die 6. bis 7. Woche des intrauterinen Lebens zurückzuverlegen sind und die Folge einer das zentrale Blastem der Beckenanlage betreffenden Wachstumsstörung sind, wobei auch die Pfanne in ihrer normalen Ausbildung behindert wird,

und postfötale Luxationen, welche den infantilen nahestehen und auf verschiedenartigen Vorgängen und pathologischen Veränderungen des Hüftgelenkes in den letzten Fötalmonaten beruhen.

Marchand dagegen gibt an, daß die kongenitale Hüftgelenkluxation stets eine sekundäre Mißbildung ist. Die häufigste Ursache ist nach Marchand zweifellos eine frühzeitig eingetretene Lageveränderung der unteren Extremitäten, welche nach aufwärts gegen den Rumpf umgeschlagen werden.

Bei diesen widerstreitenden Meinungen sind wir gewiß berechtigt, die Entstehung der kongenitalen Luxationen auf verschiedene Ursachen zurückzuführen.

Die schon besprochenen sogenannten intrauterinen Frakturen können wir nur zur letzten Gruppe rechnen, soweit sie als Deformitäten in Betracht zu ziehen sind. Hierher würden wir auch zu rechnen haben die im weitesten Sinne als Deformitäten aufzufassenden Mißbildungen, die als Spalthand und Spaltfuß bezeichnet werden. Bei diesen wird neuerdings die Erblichkeit stark betont. So sagt Haim: „Wir können wohl ein für allemal die Theorie von der Raumbeschränkung durch mangelhafte Produktion des Fruchtwassers und von der Entzündung des Amnions, welche nun schon so oft behauptet, aber noch niemals nachgewiesen wurde, fallen lassen und mit Recht behaupten, daß alle angeborenen Defektbildungen der Extremitäten auf einer mangelhafte Keimanlage beruhen.“

4) Auch fötale Krankheiten können zu Deformitäten führen.

Wir haben oben schon die sogenannte fötale Rachitis genannt, welche typische Mißgestaltungen der Knochen hervorrufen kann. Die Veränderungen betreffen zwar mehr das ganze Skelett, Deformitäten können aber bei ungleichmäßig befallenen Skelettteilen vorkommen. So haben Kirchberg und Marchand eine Subluxation des Schenkelkopfes mit starkem Zurückbleiben des Acetabulum infolge einer mangelhaften Entwickelung des Schenkelkopfes bei Chondrodystrophie beschrieben. Wir kommen hier auf eine weitere Ursache für das Entstehen der kongenitalen Hüftgelenkluxation und können daraus von neuem den Schluß ableiten, daß es unmöglich ist, die einzelnen Formen der angeborenen Deformitäten unter einer Ursache aufzuführen.

Mehrfache geheilte Brüche und Infraktionen werden beobachtet bei der Osteogenesis imperfecta. Ungeheilte angeborene Frakturen sind meist auf Infektionskrankheiten zurückzuführen, wie z. B. auf Syphilis. Dieselben kommen aber dann, wie gesagt, auch nicht isoliert, sondern mit anderweitigen pathologischen Veränderungen der Organe vor. Es gibt fötale Krankheiten, die den im späteren Leben erworbenen analog sind. Wir brauchen uns hierbei nicht weiter aufzuhalten, da sie für die Entstehung von Deformitäten kaum in Betracht kommen.

2. Angeborene (intrauterine) Kontrakturen.

Am bekanntesten ist der angeborene muskuläre Schiefhals, dessen Aetiologie aber heute wie bei allen anderen Deformitäten noch nicht völlig aufgeklärt ist. Die Stromeyersche Theorie. nach welcher die Ursache des angeborenen Schiefhalses auf während der Geburt entstandene Verletzungen zurückzuführen ist, bestand lange Zeit allein zu Recht und hat auch heute noch Anhänger.

Petersen war der erste, der mit Erfolg gegen die Stromeyersche Theorie aufgetreten ist (1884). Er wies darauf hin, daß später gefundene sehnige oder fibröse Entartung und Verkümmerung des Muskelgewebes keineswegs ein Zeichen vorhergegangener Verletzung sei. Außerdem sei sehnige Entartung des Muskels schon beim Neugeborenen nachzuweisen. Nach Petersen ist dauernde Annäherung der beiden Ansatzpunkte der Kopfnicker durch amniotische Verwachsungen im stande, eine Verkürzung oder vielmehr ein Zurückbleiben des Muskels im Wachstum zu bewirken. Bei dem schon früh entwickelten Kopfnicker sei dieser Vorgang als der natürlichste für die Entstehung des Caput obstipum anzusehen. Auf der Naturforscherversammlung in Hamburg im Jahre 1902 modifizierte Petersen seine Anschauung dahin, daß für einen Teil des muskulären Schiefhalses ein Muskelriß wohl angenommen werden kann, vorausgesetzt, daß nachträglich eine Myositis fibrosa eintritt. Eine dritte Art von Schiefhals charakterisiere sich durch spontanes Auftreten nach der Geburt.

Auch für das muskuläre Caput obstipum ist Heredität und familiäres Vorkommen nachgewiesen worden, was wohl auch zu dem Schluß berechtigt, daß das Leiden auf verschiedenartige Ursache zurückzuführen ist. Mikulicz, welcher als Ursache für das Zustandekommen des erworbenen Caput obstipum eine akut auftretende Myositis, welche zu narbiger Schrumpfung des Muskels führt, annimmt, hält es für wahrscheinlich, daß eine solche Myositis auch schon vor der Geburt auftreten kann. Mit Vorliebe befällt aber nach Mikulicz die Myositis den durch Geburtstrauma geschädigten Muskel.

Aus einer Reihe gleichzeitig vorhandener, intrauterin erworbener Veränderungen (Grube an der Halsseite, Faltung des Ohres, Asymmetrie des Schädels und Gesichtes etc.) schloß Völcker, daß es sich beim angeborenen Caput obstipum nicht um die Wirkung einer Muskelkontraktion allein handeln kann, sondern daß auch Veränderungen vorliegen, deren Grund in einer abnormen intrauterinen Lage und in Raumbeengung zu suchen ist. Völcker betrachtet deshalb das Caput obstipum als intrauterine Belastungsdeformität.

Die fibröse Muskeldegeneration faßt Völcker als die Folge einer Ischämie auf, welche durch Druck der Schulter auf den Hals hervorgerufen wurde.

Völcker hat, was die Entstehung der Deformität betrifft, zweifellos für einen großen Teil der Fälle recht. Würden wir die gleiche Entstehungsweise für alle Fälle des kongenitalen Caput obstipum gelten lassen dürfen, was späteren Untersuchungen zur Entscheidung vorbehalten bleiben muß, so würden wir demnach diese Deformität in einem anderen Zusammenhang besprechen können, nämlich im Anschluß an die intrauterinen Belastungsdeformitäten. Das Krankheitsbild, das uns indes klinisch entgegentritt, imponiert nicht mehr als Belastungsdeformität. Nach der einzuschlagenden Therapie wird dasselbe vielmehr einfacher zu den Kontrakturen zu rechnen sein. Denn die Veränderungen am Skelett, obwohl sie sich deutlich zeigen, werden doch als nebensächlich betrachtet und das Hauptinteresse richtet sich auf die Verkürzung der Weichteile. Außerdem empfiehlt es sich nicht, eine prinzipielle Scheidung der angeborenen und der erworbenen Fälle von Schiefhals trotz der größtenteils analogen äußeren Erscheinungen bestehen zu lassen. Es mag deshalb gerechtfertigt sein, das kongenitale, muskuläre Caput obstipum nach dem Grundsatz: a potiori fiat denominatio zu den Kontrakturen zu rechnen.

Auch eine angeborene Kontraktur des Rumpfes durch narbige Ver-

änderungen der Musculi recti abdominis ist beschrieben worden (Habs). Dieselbe wäre als Abdomen obstipum zu bezeichnen.

Jedenfalls haben wir diese Kontrakturen zu den passiven Kontrakturen zu rechnen, da sie nicht primär durch Muskelkontraktionen entstanden sind, sondern sekundär durch traumatische oder bacilläre Entzündungszustände.

Seeligmüller bezeichnet allerdings alle myopathischen Kontrakturen als primäre, d. h. alle Kontrakturen, bei welchen der Muskel selbst erkrankt ist oder war und infolge der dadurch gesetzten Veränderungen seines Gewebes sich verkürzt hat. Sind beim angeborenen Schiefhals aber allein die Muskeln als erkrankt zu betrachten? Diese Frage kann, besonders nach den Untersuchungen von Völcker, nicht unbedingt bejaht werden. Es ist vielmehr das gesamte Bindegewebe der betroffenen Halsseite als gleichzeitig geschrumpft zu betrachten und nicht allein die Muskeln, sondern auch die Knochen sind beeinträchtigt. Selbst bei entzündlicher Schrumpfung des Muskels ist es später eine auch außerhalb der Muskeln gelegene passive Gewalt, welche die Bewegungen des Kopfes hindert.

Seeligmüller legt außerdem auf die Deformitäten der Knochen kein Gewicht und rechnet auch die Klumpfüße zu den sekundären Kontrakturen. Wir sind dagegen der Meinung, daß alle hochgradigen Veränderungen des Skelettsystems entweder durch veränderte Wachstumsrichtung oder durch krankhafte Reaktion des Knochengewebes unter mechanischen Voraussetzungen entstehen, und daß diese mechanischen Voraussetzungen weitaus der Bedeutung, die die Muskeln beanspruchen, überlegen sind. Können die Deformitäten nicht mehr im wesentlichen ausgeglichen werden, ohne daß die Knochen erheblich umgestaltet werden müssen, so haben wir eine Belastungsdeformität vor uns. Ist aber das Hindernis für den Ausgleich einer Verkrümmung wesentlich nur in den Weichteilen zu suchen, so rechnen wir die Deformität zu den Kontrakturen. Wir tragen deshalb auch kein Bedenken, die sogenannten paralytischen Kontrakturen zu den Belastungsdeformitäten zu rechnen, da auch für deren Ausbildung die Belastung maßgebend ist.

Gibt es aber im intrauterinen Leben überhaupt neuropathische Kontrakturen?

Gewiß können Lähmungen auch im intrauterinen Leben zu Deformitäten führen, wie zum intrauterin-paralytischen Klumpfuß. Im praktischen Leben sind diese Deformitäten äußerst selten von Bedeutung. Die Ursachen, die diese Deformitäten verursachen, sind nämlich in der Regel so schwerwiegender Natur, daß sie weitaus wichtiger sind als die begleitenden Verkrümmungen der Extremitäten. Die gestörte Innervation ist fast immer auf schwere Veränderungen des Gehirns zurückzuführen bei nach der Geburt lebensunfähigen Früchten oder bei lebensfähigen Früchten mit Mißbildungen des Rückenmarks. So werden relativ häufig Klumpfüße beobachtet bei Hydrocephalus, Rachischisis und Spina bifida. Zuweilen ist ein angeborener paralytischer Klumpfuß nur der Ueberrest einer frühzeitigen intrauterinen Heilung der Spina bifida (Spina bifida occulta).

B. Erworbene Deformitäten.

1. Belastungsdeformitäten.

Rechnen wir einmal die kongenitalen Luxationen zu den Deformitäten, so interessieren uns auch jene Luxationen, welche in ihrem

späteren Verhalten den kongenitalen Luxationen vollständig gleich sind, aber nicht intrauterin, sondern durch ein Geburtstrauma entstanden sind. Wir haben hier zunächst wieder an die Hüftgelenkluxation zu denken. Daß eine derartige Affektion durch ein Geburtstrauma erzeugt werden kann, ist von verschiedenen Autoren behauptet worden.

Einwandfreie Fälle sind in der Literatur nicht vorhanden. Einen Fall, bei dem es als wahrscheinlich bezeichnet werden kann, daß die durch Röntgenuntersuchung festgestellte Luxation auf eine Verletzung intra partum zurückzuführen ist, hat neuerdings Narath mitgeteilt. Ein Knochenbruch war auszuschließen. Eine Verletzung intra partum war aber anzunehmen, hervorgerufen durch eine Wendung mit dem Braunschen Haken. Beim Einsetzen des Hakens hörten die Aerzte und der Vater, der zugegen war, einen deutlichen Krach. Nach erfolgter Wendung endete die Geburt in Kopflage.

In einem zweiten Fall, in dem ebenfalls ein Geburtstrauma, und zwar durch Vornahme einer Wendung mittels eines um das linke Beinchen geschlungenen, fingerbreiten Flanellbandes, wobei das Band bis auf den Knochen durchschnitt, vorlag, konnte Narath ebensfalls alle Eigentümlichkeiten der kongenitalen Luxation ohne Fraktur nachweisen. Daß hinsichtlich der Diagnose einer Luxation beim Neugeborenen äußerste Vorsicht geboten ist, braucht nicht weiter hervorgehoben zu werden.

Von Interesse sind auch diejenigen Fälle, bei denen nur die Erschlaffung der Gelenkkapsel und der Gelenkbänder angeboren ist und die Luxation erst nach der Geburt zu stande kommt, wie in einem von Julius Wolff mitgeteilten Fall.

Wir teilen die erworbenen Belastungsdeformitäten hinsichtlich der Ursachen nach folgenden Gesichtspunkten ein:

1) Traumatische Deformitäten. Dieselben werden entweder unmittelbar durch ein Trauma verursacht: primäre traumatische Deformitäten oder sekundär durch die nachfolgende Belastung: sekundäre traumatische Deformitäten.

2) Konstitutionelle Deformitäten. Die Ursache ist abnorme Weichheit der Knochen infolge konstitutioneller Erkrankungen.

3) Statisch-habituelle Deformitäten. Diese Deformitäten werden sekundär verursacht durch Haltungs- und Stellungsveränderungen des Körpers oder einzelner Gelenke.

4) Sekundär-entzündliche Deformitäten. Dieselben treten im Anschluß an eine Entzündung auf.

Hoffa in seinem Lehrbuch der orthopädischen Chirurgie teilt die erworbenen Deformitäten ein in primäre und sekundäre. Unter den primären Deformitäten versteht er die traumatischen und unter den sekundären die Belastungsdeformitäten und die Kontrakturen.

Die Belastungsdeformitäten teilt Hoffa ferner ein in die Belastungsdeformitäten bei relativ gesunden Geweben und in die Belastungsdeformitäten bei erkrankten Geweben. Zu den Belastungsdeformitäten der ersten Gruppe gehören die habituellen, die vestimentären und die statischen Belastungsdeformitäten, zu denen der zweiten Gruppe die osteopathischen und die arthropathischen. Wir lassen den Unterschied zwischen den primären und sekundären Deformitäten in der allgemeinen Einteilung fallen und teilen die einzelnen Deformitäten selbst, soweit dies möglich ist, in primäre

und sekundäre ein. Ferner rechnen wir die vestimentären zu den sekundären traumatischen und die statischen zu den habituellen Belastungsdeformitäten. Die arthrogenen Belastungsdeformitäten bilden ebenfalls keine selbständige Abteilung.

Schulthess gruppiert die Ursachen der erworbenen Deformitäten folgendermaßen: a) Krankheit, b) Trauma als primäre Ursachen, c) Funktionsstörung (Arbeit und Lebensgewohnheiten) als sekundäre Ursachen. Die deformierenden krankhaften Prozesse am Knochensystem sind: 1) totale oder partielle Destruktion (Tuberkulose, Osteomyelitis, Tumoren, Aktinomykose), 2) Alterierung der Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Einwirkungen (Rachitis, Osteomalacie, hereditäre Lues, Anämie, allgemeine Konstitutionsschwäche), 3) Beeinflussung der wachstumswichtigen Organe (Epiphysen), 4) Volumsverminderung, 5) Volumsvermehrung der Knochen. Nach den krankhaften Prozessen an anderweitigen Organen unterscheidet Schulthess arthrogene, myogene, desmogene, neurogene, dermatogene Deformitäten, welche größtenteils zu den Kontrakturen zu rechnen sind.

Funktion und Lebensgewohnheiten als Ursache von Deformitäten beziehen sich auf den Einfluß rein mechanischer Momente auf den Bewegungsapparat, sei es, daß diese auf einen normalen oder auf einen bereits pathologisch veränderten Körper einwirken. Wir begegnen in diesem speziellen Kapitel all den Fragen, die wir in dem Kapitel über das Wesen der Deformitäten erörtert haben.

Redard führt unter den Ursachen der erworbenen Deformitäten in erster Linie auf: fehlerhafte Haltung, Ueberlastung, statische Störungen und enge Kleidung, in zweiter Linie: Krankheiten der Knochen und Gelenke, besonders Rachitis und Tuberkulose, ferner Krankheiten der Nerven und Muskeln (Kontrakturen) und schließlich Traumen.

Diese Beispiele mögen genügen, um zu beweisen, wie weit wir heute noch von einer allgemein gültigen Einteilung der erworbenen Deformitäten den Ursachen nach entfernt sind. Für das Studium der Deformitäten wird jedenfalls diejenige am meisten acceptabel sein, die am kürzesten ist.

a) Traumatische Deformitäten.

Unter den primären traumatischen Deformitäten sind zu verstehen die deformen Heilungen der Knochenbrüche (Fig. 9) und die nicht eingerichteten Luxationen. An der Behandlung der Frakturen und Luxationen nimmt die orthopädische Chirurgie vielfach Anteil durch Konstruktion von Verbänden und Apparaten, mehr noch aber durch die mechano-therapeutischen Verfahren. Die Lehre von den Frakturen und Luxationen stellt aber ein derart abgeschlossenes Spezialgebiet der Chirurgie dar, daß man nicht erwartet, daß bei der Besprechung der Ursachen der erworbenen Deformitäten auch die Ursachen und der Mechanismus dieser Verletzungen geschildert werden. Die Difformität ist sowohl bei der Fraktur als bei der Luxation ein typisches Symptom. Auch die Veränderungen, die während der Frakturheilung eintreten können, sind genau bekannt.

Unter sekundären traumatischen Deformitäten verstehen wir diejenigen Deformitäten, die nicht unmittelbar durch die Verletzung zu stande gekommen sind, sondern die unter dem Einfluß späterer Belastung auf den gebrochen gewesenen oder einen benachbarten Knochen hervorgerufen wurden.

In erster Linie haben wir zu nennen das **längere Weichbleiben des Kallus** und seiner **Umgebung**, resp. die **verzögerte Sklerosierung desselben** oder die verlangsamte Konsolidation des Knochens im Anschluß an die Frakturheilung.

Bei Brüchen spongiöser Knochen, bei den sogenannten Kompressionsfrakturen, wie am Schenkelhals, an den Wirbelkörpern und an den Knochen der Fußwurzel kommt es nicht selten vor, daß an die Verletzung sich nicht unmittelbar eine Deformität anschließt. Dies geschieht dann nicht, wenn nicht der ganze Querschnitt eines Knochens oder Knochenkomplexes von der Dislokation betroffen ist und die unverletzten Teile vorübergehend noch in der Lage sind, das Körpergewicht zu tragen.



Fig. 9.

Im Verlauf der Heilung dieser Brüche bleibt am Knochen zuweilen eine Einknickung bestehen, die bei Aufnahme der Funktion seitens des Knochens noch von einer weichen Kallusmasse ausgeglichen ist. Das Knochengerüst ist aber nicht in der Lage, auf die Dauer die Last des Körpers zu tragen, und es sinkt an der Einknickungsstelle nach der Seite des Defektes hin zusammen. Der Effekt bei Schenkelhalsbrüchen ist in der Regel eine allmählich sich steigernde Verkürzung des Beines. In Fällen von Zertrümmerung des Fußgerüstes sind verspätet auftretende Deformitäten derart, daß sich ein winkeliger Vorsprung nach Art des Plattfußes am Innenrand des Fußes bildet, nicht selten. Ihre Ausbildung kann sich auf Monate und selbst auf Jahre erstrecken.

Auf gleiche Weise entsteht nach Frakturen der Wirbelkörper der traumatische Gibbus. Die Wirbelsäule ist bei fehlender Dislokation anfangs zwar noch tragfähig, auch wenn ein oder mehrere Wirbelkörper gebrochen sind. Eine Kyphose kann nur entstehen, wenn sich an der Knickungsstelle auch allmählich der Wirbelbogen umgestaltet.

Kümmell war der erste, der auf den traumatischen Gibbus näher aufmerksam machte. Anfangs war Kümmell geneigt, das Wesen der Erkrankung in einer Entzündung, nämlich in einer rarefizierenden Ostitis der Wirbelkörper zu suchen, und nannte sie traumatische Spondylitis. Bald kam man jedoch von der Annahme einer Entzündung ab, deshalb schlug Kaufmann die Bezeichnung „sekundäre traumatische Kyphose“ vor. Wir halten diese Bezeichnung für die beste. Die verbreiteste Anschauung ist heute wohl die, daß die Deformität während der langsam fortschreitenden Konsolidation des Kallus zum Vorschein kommt. Während

des Verlaufes der Heilung tritt auch eine Reihe typischer klinischer Symptome auf, deren Schilderung wir dem speziellen Kapitel überlassen müssen

Wie es eine sekundäre traumatische Kyphose gibt, so gibt es auch eine sekundäre traumatische Skoliose. Dieselbe kommt sowohl als Kyphoskoliose, als auch, wie ich an einem Fall gezeigt habe, als Lordoskoliose vor.

Charakteristisch für die sekundären traumatischen Belastungsdeformitäten ist der Umstand, daß sie in der Regel in der Stellung fixiert sind, in der die Verletzung erfolgte. So entsteht die Kyphose nur dann, wenn eine starke Vorwärtsbewegung des Rückgrates stattgefunden hat. Die Wirbelsäule wird nach vorn geknickt, entweder durch Lasten, welche den Körper niederdrücken oder auf Rücken und Schultern niederfallen, oder durch Sturz des Patienten auf das Becken, die Kreuzbeingegend oder die Schultern. Die Gewalt braucht nicht immer eine sehr starke zu sein. Oft tritt die Verletzung auf bei stark vorwärts gebeugter Wirbelsäule, wenn Lasten durch einen plötzlichen Ruck vom Boden erhoben werden sollen. In dem von mir beschriebenen Fall von sekundärer traumatischer Skoliose war der Patient, während er einen schweren Sack auf dem Rücken trug, gestürzt und war eine Knickung der Wirbelsäule nach rechts hinten erfolgt. Die Heilung war in gerader Stellung anscheinend erfolgt, später aber bildete sich bei dem 45 Jahre alten Mann eine linkskonvexe dorso-lumbale Lordoskoliose aus.



Fig. 10.

Am häufigsten kommt der traumatische Gibbus zum Vorschein zwischen dem oberen Drittel der Brust- und dem Anfang der Lendenwirbelsäule, also in der Mitte der Gesamtwirbelsäule.

Wir können bei der Untersuchung sogenannter Unfallverletzter vielfach die Beobachtung machen, daß die Kallusmasse auch an den Diaphysen langer Röhrenknochen oft jahrelang sich im Sinne einer allmählichen Abnahme ihres Umfanges ändert, und daß bei Brüchen in der Diaphyse der Unterschenkelknochen oft noch längere Zeit die unterhalb der Bruchstelle gelegenen Malleolen verdickt sind. Daraus können wir schließen, daß bei Heilung eines Knochenbruches nicht nur die Bruchenden, sondern der ganze Knochen teilnehmen. Bei Verletzungen der Malleolen sind oft auch die Fußwurzelknochen verändert, und zwar schon deshalb, weil sie von der Verletzung selbst betroffen sein können.

Ferner können wir besonders bei jugendlichen Individuen beobachten, daß bei Oberschenkelbrüchen mit stärkerer Verkürzung sich allmählich ein Genu valgum ausbildet (Fig. 10). Wir nennen dann ein derartig entstandenes Genu valgum ebenfalls ein sekundäres traumatisches Genu valgum. Es kommt dadurch zu stande, daß das

verkürzte Bein regelmäßig bei Schwankung des Körpergewichtes nach der Seite exzentrisch belastet und bei vorhandener Weichheit des Knochens im Kniegelenk abgeknickt und deformiert wird. Ohne die Weichheit des Knochens gibt es durch die pathologische Steigerung der normalen Exkursion nur ein Schlottergelenk, wie wir es bei älteren Individuen ziemlich häufig beobachten können. Bei jüngeren Individuen ist das Genu valgum traumaticum deshalb häufiger, weil hier noch die Kombination mit Spätrachitis vorkommt. Natürlich ist es auch ohnedies nicht ausgeschlossen, daß am wachsenden Individuum ein primäres traumatisches X-Bein sich sekundär noch verschlimmert. Diese Fälle gehören aber zu den später zu erwähnenden Wachstumsstörungen.

Zu erwähnen wäre noch, daß die Valgusstellung des Fußes allein infolge schief geheilter Unterschenkelfrakturen noch nicht zur Diagnose des typischen Plattfußes genügt. Es muß eine wirkliche Deformation der Knochen vorliegen, die ja auch in der Regel nicht ausbleibt.

Ferner wollen wir erwähnen, daß die klinische Erfahrung bei der Nachbehandlung von Frakturen entschieden dafür spricht, daß die alsbald nach dem Aufstehen der Patienten auftretenden Oedeme sich auch auf das Periost und sogar eventuell auf die Markräume der Spongiosa erstrecken. Darauf ist wahrscheinlich die posttraumatische Anschwellung der Malleolen bei Frakturen oberhalb derselben zurückzuführen. Eine Täuschung ist nicht möglich, wenn wir diese Anschwellung, wie es tatsächlich vorkommt, auch nach vollständigem Rückgang des Oedems bei Bettruhe beobachten können. Bei allmählichem Rückgang des Oedems zeigt sich dann gewöhnlich in der Umgebung der Gelenke die narbige Schrumpfung der Weichteile. Es ist anzunehmen, daß gleichzeitig auch im Innern der Spongiosa Stauungsverhältnisse und Resorptionsvorgänge stattfinden, welche die Elastizität des Knochens schädigen.

Wichtig für die Erklärung der sekundären traumatischen Deformitäten ist in zweiter Linie die akute Knochenatrophie, die mit Hilfe der Röntgenstrahlen zuerst von Sudeck an Extremitäten nach Entzündungsprozessen beobachtet worden ist. Er nannte sie deshalb akute entzündliche Knochenatrophie.

Die röntgographisch nachweisbaren Veränderungen bestehen in einer abnormen Durchlässigkeit hauptsächlich der Spongiosa, in einer Unregelmäßigkeit und fleckigen Verschwommenheit der Struktur, resp. Architektur des Knochens.

Kienböck stellte zwei Arten der akuten Knochenatrophie nach Entzündungsprozessen auf. Die erste charakterisiert sich durch verschwommene Flecken, wobei die Bälkchen der Spongiosa kaum zu erkennen sind, die zweite durch Rarefikation der scharf gezeichneten Bälkchen. Bei der ersten Art handelt es sich nach Kienböck um ausgedehnte Resorption durch Howshipsche Lakunen und Volkmannsche perforierte Kanäle. Als Ursache der akuten Knochenatrophie nehmen Sudeck und Kienböck reflektorische trophische Störungen an.

Sudecks Untersuchungen erstreckten sich alsbald auch auf die nach Traumen einsetzende akute reflektorische Knochenatrophie, resp. Knochenresorption. Der Schwund der Knochen-

substanz tritt oft schon in kurzer Zeit auf, frühestens aber in etwa 3—4 Wochen nach der Knochen- oder Gelenkverletzung. Im Anfangsstadium sieht man am Röntgenbild eine ungleichmäßige fleckweise Aufhellung der Knochenschatten, so daß das Bild eigenartig „scheckig" aussieht. Diese Aufhellung erfolgt zuerst in der spongiösen Substanz der Knochen. Bei näherer Betrachtung findet man in diesem Stadium lochartige Unterbrechungen der Struktur. Derartige lochartige Lücken finden sich, jedoch später, in der Corticalis. Die Veränderungen können wieder bald verschwinden, oder sie gehen in die chronische Form der Atrophie über. Die Struktur wird im letzten Fall wieder typischer, aber die Knochenbälkchen sind zarter und dünner als die normalen, die Knochen erscheinen hell, durchsichtig, die Konturen treten deutlich hervor. Bei schweren Fällen kann an kleineren Knochen die Struktur auch ganz verschwinden. Bei gleichzeitiger Entzündung, z. B. der Gelenke, ist die Atrophie stets stärker. Ob man es mit einer Lösung der Kalksalze (Halisteresis) oder mit einer beschleunigten Resorption der Knochensubstanz zu tun hat, läßt sich natürlich auf röntgographischem Wege nicht entscheiden. Es müssen darüber nähere pathologisch-anatomische und mikroskopische Untersuchungen abgewartet werden. Von welcher Wichtigkeit diese Veränderungen für den Organismus sind, geht daraus hervor, daß sie stets mit hochgradigen Störungen der Funktion einhergehen. Außer einfacher, nicht degenerativer Muskelatrophie finden sich vasomotorische und trophische Störungen, am häufigsten Oedem, Cyanose und Hautatrophie. Daß es sich um Inaktivitätsatrophie handelt, glaubt Sudeck nicht.

Ob wirklich eine trophoneurotische reflektorische Knochenatrophie vorliegt, wie Sudeck und Kienböck annehmen, bleibe dahingestellt. Der Nachweis dieser Veränderungen ist jedenfalls für die Erklärung der sekundären traumatischen Deformitäten außerordentlich wichtig. Sudeck hebt ausdrücklich hervor, daß die Verletzungen, die von akuter Knochenatrophie begleitet sein können, durchaus nicht schwerer Natur zu sein brauchen. Außerdem weist Sudeck darauf hin, daß die Gelenkaffektionen entschieden mehr zur Erzeugung der akuten Knochenatrophie prädisponieren als die Knochenbrüche.

Welche Bedeutung diese Atrophie für die Entstehung der Deformitäten hat, ist allerdings von Sudeck nicht weiter ausgeführt worden. In der sonstigen Literatur findet sich ebenfalls kein näherer Hinweis hierauf. Es ist sogar der Zusammenhang der akuten Knochenatrophie mit der Entstehung des Plattfußes nach Traumen bestritten worden. Auch Sudeck gibt an, daß die Atrophie eine exzentrische ist und keine Verkleinerung der Knochen bedingt, glaubt aber, daß wir es bei den nach chronischen Entzündungen und nicht entzündlichen Traumen auftretenden Verkürzungen der Extremitäten wachsender Individuen mutatis mutandis mit demselben Prozeß zu tun haben. Es fehlt nun allerdings der strikte Nachweis, daß es sich auch um eine abnorme Weichheit bei dieser Affektion handelt. Vielleicht kann hier ebenfalls ein Zurückgehen der Knochensubstanz auf einen embryonalen Zustand, wie in dem Experiment von Ribbert, angenommen werden. Es ist aber auch schon a priori anzunehmen, daß ein Knochen, der in seiner inneren Struktur geschädigt ist, auch

nicht die normale Elastizität besitzen kann. Die häufige Wiederkehr von Plattfüßen nach Verletzungen aller Art des Fußes findet dadurch ihre natürliche Erklärung, um so mehr als ja am Fuß die Gelenke im Verhältnis zu den Knochen eine relativ große Ausdehnung besitzen.

Die dritte Gruppe der sekundären traumatischen Deformitäten wird gebildet von Wachstumsstörungen, die im Anschluß an das Trauma auftreten. Dieselbe zerfällt wiederum in zwei Abteilungen, und zwar in die Deformitäten infolge traumatischer Epiphysentrennung und in die Deformitäten infolge gewaltsamer Zusammenpressung und einseitiger Belastung.

P. Bruns konnte im Jahre 1859 81 Fälle von Epiphysentrennungen, welche durch die Autopsie beglaubigt sind, veröffentlichen. Unter denselben sind 11 Beobachtungen von gleichzeitig mehrfacher Absprengung vorhanden, so daß die Statistik Bruns' insgesamt 100 Absprengungen umfaßt. Bis dahin galten die Verletzungen, besonders soweit sie Störungen des Längenwachstums zur Folge hatten, als außerordentlich selten. Bruns fand zwei Arten von Epiphystentrennungen, nämlich solche mit und ohne gleichzeitige Knochenfraktur. Die eine Art stellt die reinen Epiphysentrennungen dar, bei denen die Trennungslinie genau der Ossifikationslinie folgt und in der Knorpelsubstanz selbst die Trennung zu stande kommt. Die reinen Epiphysentrennungen kommen in der Regel im ersten Kindesalter vor und bilden fast die Hälfte der Fälle.

Die zweite Art geht mit einer mehr oder weniger ausgesprochenen Trennung der Knochensubstanz des Diaphysenendes einher. Am Intermediärknorpel bleibt dann noch eine dünne Schicht haften, oder aber die Trennung erfolgt teilweise in der Epiphysenlinie, teilweise in der spongiösen Grenzschicht der Diaphyse, so daß an der Epiphyse nur ein größeres oder kleineres diaphysäres Fragment sitzen bleibt. Diese Art der Epiphysentrennungen ist noch etwas häufiger als die erste Art und gehört in der Regel dem zweiten Jahrzehnt des Lebens an. Bei den Kondylenfrakturen im jugendlichen Alter kommt es gelegentlich vor, daß die schräge Bruchlinie sich nicht in das Gelenk hinein erstreckt, sondern an der Epiphysenlinie Halt macht und dann in derselben weiter nach der gegenüberliegenden Seite hin verläuft. Es besteht dann auf der einen Hälfte eine Fraktur mit unversehrter Epiphysenlinie, auf der anderen nur eine Dislokation der Diaphyse, entweder im Sinne einer Varus- oder einer Valgusstellung. Da nun auf der Seite der Konvexität die Epiphysentrennung vorhanden ist, so kann, wenn die Verletzung in der Zeit der Pubertätsjahre auftritt, durch Wachstumsstörung resp. Zurückbleiben des Wachstums auf dieser Seite noch ein Ausgleich der Verkrümmung stattfinden.

Besonders leicht ist die Entstehung einer Stellungsanomalie bei anfänglich geringer Dislokation und einseitiger oder unvollständiger Epiphysentrennung. Auf derartige Vorgänge sind die häufigsten traumatischen Deformitäten des Ellenbogengelenkes: Cubitus varus und Cubitus valgus zurückzuführen. Am Kniegelenk treten die analogen Verkrümmungen auf.

Die Fraktur des Radius am unteren Abschnitt bedingt eine typische Dislokation. Der Radius ist verkürzt, die Hand weicht hauptsächlich

dorsal- und radialwärts ab, das Capitulum ulnae ragt stärker vor. Eine derartige Stellungsanomalie kann auch durch Wachstumsstörungen infolge traumatischer Epiphysentrennung am unteren Ende des Radius hervorgerufen werden.

Traumatische Klump- und Plattfüße infolge von Epiphysenlösungen am unteren Ende des Unterschenkels sind höchst selten. Beim gewaltsamen Redressement des Klumpfußes kommt eine derartige Verletzung zuweilen vor. Es ist noch nicht genügend bekannt, welche Folgen eventuell daraus für das spätere Leben resultieren.



Fig. 11.

Wir nahmen an, daß unvollständige und einseitige Kontinuitätstrennungen in der Epiphysenlinie der Knochen Wachstumsstörungen und dadurch Deformitäten hervorrufen können. Beweise ergeben sich aus klinischen Erfahrungen und experimentellen Untersuchungen zur Genüge. Wir müssen aber auch bemerken, daß schon Bruns die konsekutive Wachstumshemmung als ein im Verhältnis zu der Frequenz der Epiphysenabsprengungen seltenes, ausnahmsweises Vorkommnis bezeichnet hat. Die Gründe hierfür sind folgende: 1) Die Epiphysentrennungen sind am häufigsten im zweiten Dezennium, in welchem das Wachstum schon so weit vorgeschritten ist, daß eine Hemmung desselben weniger auffällt. 2) Die Proliferationstätigkeit ist wenig geschädigt, wenn keine Dislokation eingetreten ist. 3) Die Epiphysentrennungen in der Substanz des Intermediärknorpels selbst sind selten. 4) Die Absprengungen sind an den leistungsfähigsten Epiphysen häufiger, und die Heilung ist hier eine bessere. 5) Der Nahtknorpel besitzt eine außerordentlich große Widerstandsfähigkeit. Diese Schlußfolgerungen sind heute noch unbestritten. Am eingehendsten hat sich in neuester Zeit Reiner mit dieser Frage beschäftigt. Reiner achtet die Gefahren der Durchtrennung der unteren Epiphyse des Femur für so gering, daß er dieselbe therapeutisch gegen Genu valgum infantum und adolescentium verwendet. Auf das Verfahren der Reinerschen Epiphyseolyse und die Begründung dieser Operation braucht hier nicht eingegangen zu werden.

Zu erwähnen haben wir ferner die Deformitäten, die sich aus Schlottergelenken entwickeln, wie das Genu recurvatum (Fig. 11), und diejenigen, welche sich an Osteoarthritis deformans infolge eines Traumas anschließen.

Zu den Deformitäten infolge gewaltsamer Zusammenpressung rechnen wir die sog. vestimentären Belastungsdeformitäten (Hoffa). Das klassischste Beispiel ist der verkrüppelte Fuß der Chinesinnen. Die stets einseitige, zwangsmäßige Belastung, die ein Zurückgehen in die normale Lage nicht mehr gestattet, wirkt ähnlich wie die Einzwängung.

b) Konstitutionelle Deformitäten.

Unter körperlicher Konstitution verstehen wir das individuelle physische Leben des Menschen. Konstitutionskrankheiten sind demnach solche, welche den ganzen Körper oder irgend ein Gewebe desselben ergriffen haben im Gegensatz zu den Erkrankungen einzelner Organe. Störungen der Blutbeschaffenheit und der Ernährung sind die beiden Hauptgruppen dieser Krankheit. Als nächstliegende Ursachen der letzteren sind Veränderungen der Säftemischung anzunehmen. Diese zerfallen wiederum in zwei Gruppen. Auf der einen Seite haben wir die konstitutionellen Erkrankungen des Bewegungsapparates, die unter sich nur das gemeinsam haben, daß sie wegen ihrer typischen allgemeinen Verbreitung nicht auf lokale Ursachen zurückzuführen sind, nämlich Rachitis, Osteomalacie und chronischer Rheumatismus, auf der anderen Seite die verwandten Krankheitstypen Fettsucht, Gicht und Diabetes. Unter den konstitutionellen Erkrankungen des Bewegungsapparates führt HOFMANN auch die progressive ossifizierende Myositis und die multiple Exostosenbildung der Kinder auf.

Die Organveränderungen sind bei den konstitutionellen Erkrankungen immer sekundärer Natur, nicht primärer, wie bei den Entzündungen.

Rachitis.

Die Rachitis, auch englische Krankheit oder Zwiewuchs oder doppelte Glieder genannt, ist eine meist im frühen Kindesalter auftretende, chronische Störung des Knochenwachstums. Sie besteht in einer ungenügenden Ablagerung von Kalksalzen in der vorgebildeten Knochensubstanz, in einer gesteigerten Resorption des bereits gebildeten Knochens und in einer Ueberproduktion seitens der osteoplastischen Gewebe (Periost, Knorpel, Markgewebe). Es kommt nur zur Bildung eines weich bleibenden Knochengewebes, des Osteoidgewebes. Einerseits handelt es sich um Störungen im Längenwachstum der Röhrenknochen, resp. im Breitenwachstum der platten Knochen, andererseits um Störungen im Dickenwachstum derselben.

Bedingung für das Verständnis der pathologischen Anatomie der Rachitis ist die Kenntnis der normalen Verknöcherung.

Man unterscheidet hinsichtlich der Histogenese der Knochen zwei Arten derselben, nämlich: 1) die knorpelig vorgebildeten oder primären, 2) die bindegewebig vorgebildeten oder sekundären Knochen, auch Beleg- und Deckknochen genannt. Knorpelig angelegt sind sämtliche Knochen des Rumpfes der Extremitäten, der größte Teil der Schädelbasis, der Unterkiefer und das Zungenbein. Zu den bindegewebig vorgebildeten Knochen gehören die Seiten des Schädels, das Schädeldach und fast alle Gesichtsknochen.

Je nachdem die Verknöcherung der knorpelig präformierten Teile vom Perichondrium, später vom Periost, ausgeht oder im Innern des Knorpels erfolgt, spricht man von einer perichondralen, resp. periostalen, und von einer endochondralen Ossifikation.

In der inneren Periostlage, der Cambiumschicht (BILLROTH) oder Proliferationsschicht (VIRCHOW), geht der Prozeß der Knochenbildung von den reichlich sich vermehrenden Zellen des Bindegewebes (Periost resp. Perichondrium), den Osteoblasten (GEGENBAUR), aus. Durch Zerstörung der Knorpelgrundsubstanz und Auflösung der Knorpelkapseln bilden sich kleine Höhlen, in denen die Osteoblasten, die mit den Blutgefäßen einwandern, liegen.

Letztere wandeln sich unter Sklerosierung der Grundsubstanz in sternförmige, miteinander anastomosierende Knochenzellen um, welche den Wänden des primären Markraumes nach Art eines einschichtigen Epithels anliegen. Durch Apposition neuer Knochen nimmt der Knochencylinder allmählich zu, während es im Innern der knorpeligen Anlage durch Auflösung und Resorption zur Bildung der Markräume kommt.

Die endochondrale Ossifikation beginnt erst mit der Bildung von Markräumen im Innern des Knorpels. Die ersten Veränderungen bestehen hier in einer lebhaften Wucherung der Knorpelzellen. Sie vergrößern sich, teilen sich und ordnen sich in Reihen parallel zur Längsachse des Knochens (Knorpelwucherungszone). Die Grundsubstanz wird feinkörnig getrübt und verkalkt (Verkalkungszone). Die Stellen, an denen die Ossifikation im Innern beginnt, heißen Ossifikationspunkte. Durch Zerfall der Knorpelgrundsubstanz und Zerstörung der Knorpelzellen werden ebenfalls primäre Markräume gebildet, welche mit der inneren Periostschicht identisch sind und Osteoblasten enthalten. Dadurch wird nach und nach das ursprüngliche solide Knorpelstück in spongiösen Knochen umgewandelt. Aber auch der endochondrale Knochen ist nur provisorischen Charakters. Er muß allmählich der Markhöhle Platz machen. Zur Zeit der Geburt ist er durch Absorption vom Zentrum der Diaphyse aus bereits verschwunden. Man findet also beim Neugeborenen die Diaphyse der großen Röhrenknochen bereits vollständig verknöchert. Dagegen ist die Epiphyse zur Zeit der Geburt noch ganz oder größtenteils knorpelig. In der Mitte derselben bildet sich ebenfalls ein Knochenkern, von welchem aus die weitere Ossifikation stattfindet.

Den Modus der Auflösung des präformierten Knorpels und der Neubildung von Knochengewebe, welches von außen in den Knorpel eindringt, also die indirekte Entstehung des Knochens an Stelle des Knorpels, nennt man den neoplastischen Typus der Ossifikation.

Der seltene metaplastische Typus (STRELZOFF) besteht in der direkten Umwandlung der Knorpelgrundsubstanz in Knochengrundsubstanz, der Knorpelzellen in Knochenzellen ohne Zerstörung und Neubildung. Dieser Modus ist von v. KÖLLIKER, GEGENBAUR und LIEBERKÜHN an Geweihen von Hirschen und Rehen, sowie an den Stirnzapfen von Kälbern, von STRELZOFF auch am Unterkiefer von Säugetier- und Menschenembryonen nachgewiesen worden.

Die Bildung von Bindegewebsknochen oder die intramembranöse Verknöcherung geht wesentlich in derselben Weise vor sich wie die perichondrale (periostale) oder die intrakartilaginöse Verknöcherung. Das vorgebildete embryonale Bindegewebe ist reich an Zellen, welche sich teilen und in Osteoblasten umwandeln. Die spärlichen Bindegewebsbündel verkalken, die Osteoblasten lagern alsdann Knochensubstanz an ihnen ab. Metaplastische Bindegewebsverknöcherung haben GEGENBAUR an den Schädelknochen des Hühnchens und STRELZOFF an Vogelsehnen beobachtet.

Das weitere Längenwachstum der Röhrenknochen erfolgt bekanntlich von der Epiphysenfuge aus. An der Epiphysenfuge findet von der Epiphyse her eine Wucherung des Knorpels statt, welcher von der Diaphyse her zuerst auf dem Wege der endochondralen, später auch der periostalen Verknöcherung in Knochen umgewandelt wird. Dadurch verlängert sich fortwährend die Diaphyse. Die endochondrale Verknöcherung setzt sich so lange fort, wie das Wachstum überhaupt andauert.

An der Epiphysengrenze auf dem Durchschnitt eines noch im Wachsen begriffenen Röhrenknochens erkennt man normaliter zwei Zonen, nämlich die Knorpelwucherungszone und die Verkalkungszone. Erstere hat eine bläulich durchschimmernde Beschaffenheit, letztere ist von hellgelber Farbe und härterer Konsistenz. In der Knorpelwucherungszone unterscheidet man mikroskopisch wiederum 3 Schichten. In der ersten Schicht, in der Peripherie des Knorpels, sind die Knorpelzellen gewuchert und vermehrt und in der Teilung begriffen, in der zweiten ordnen sich die Knorpelzellen reihenförmig, sie bilden Säulen („Knorpelzellensäulen“), welche zueinander parallel und zur Verkalkungszone senkrecht stehen, in der dritten sind die Knorpelzellen größer (großzellige Wucherung) aber sie vermehren sich nicht mehr. Letztere geht über in die Verkalkungszone, in welcher es zur Verkalkung der Intercellularsubstanz kommt. Von der Diaphyse her erfolgt dann unter Auflösung von Intercellularsubstanz und Zerfall der Knorpelzellen Bildung von Markräumen und Anlagerung von Osteoblasten. Die Bildung der neuen Markräume schneidet in einer scharfen Linie gegen die unverkalkte Knorpelzone ab, da im normalen Zustand die Markräume niemals in die unverkalkte Knorpelzone hineinwuchern. Auch vom Knochenkern der Epiphyse aus findet Wachstum und

Ossifikation derselben statt. Mit Beendigung des Wachstums kommt es zu einer knöchernen Verschmelzung der Epiphyse und der Diaphyse.

Das Dickenwachstum der Knochen geht vom Periost aus und besteht in der Apposition neuer Knochenlagen. Hand in Hand mit der Apposition neuer Knochen geht die im Innern von den HAVERSschen Kanälen aus erfolgende Resorption alten Knochens, so daß sich die Markhöhle und die Markräume der spongiösen Substanz entsprechend dem zunehmenden Querdurchmesser des Knochens erweitern können. Wo Resorption stattfindet, bilden sich die als HOWSHIPsche Lakunen bezeichneten grubigen Vertiefungen im Knochen, in welchen sich mehrkernige Riesenzellen, welche wahrscheinlich aus den Osteoblasten entstehen, vorfinden. Letztere werden nach KÖLLIKER Osteoklasten oder Ostoklasten genannt.

An den Rändern der platten Knochen findet sich während der Zeit des Wachstums ebenfalls ein knochenbildendes, „osteogenes" Gewebe, welches ähnlich wie bei den Röhrenknochen die Epiphysenknorpel, nicht völlig verkalkt und durch fortwährende Neubildung den Knochen nach der Fläche vergrößert. Nach Verknöcherung der Ränder entstehen die Suturen.

Auf dem Durchschnitt eines rachitischen Knochens findet man an der Grenze von Diaphyse und Epiphyse sehr charakteristische Veränderungen. Schon makroskopisch sieht man eine Verbreiterung und unregelmäßige Begrenzung der bläulich durchschimmernden Knorpelwucherungszone. Die Verkalkung ist gering oder scheint völlig zu fehlen. Vom Knochen aus ragen weißlich-graue, weiche Streifchen von osteoidem Gewebe in die Verkalkungszone hinein. Die Markräume, die abnorm weit sind, dringen weit in die Wucherungsschicht vor. Es handelt sich also um eine abnorm starke Knorpelwucherung an der Epiphyse bei mangelhaft fortschreitender Verkalkung.

Mikroskopisch zeigen sich die Knorpelzellen in der Wucherungszone stark vermehrt, die Zellen, sowie die Zwischensubstanz sind gequollen, hydropisch, die Verkalkungszone ist sehr unregelmäßig, kalkarm, die jungen kalklosen, osteoiden Knochenbälkchen lassen sich mit den Markräumen weit in den gewucherten Knorpel hinein verfolgen. Nach ORTH ist man berechtigt, zu sagen, daß bei der Rachitis diejenigen Prozesse, welche beim normalen Uebergang von Knorpel in Knochen sich nacheinander zeigen, nun nebeneinander ablaufen, während gleichzeitig quantitative Exzesse derselben stattfinden. Die Markräume schreiten nämlich vorwärts, aber die mangelhaft verkalkte Intercellularsubstanz bleibt zum größten Teil bestehen. Sie wird nicht völlig resorbiert. Dagegen verkalken vielfach die Knorpelkapseln und Knorpelzellen selbst. Letztere werden kleiner, unregelmäßig und eckig und damit direkt zu Knochenzellen resp. zu osteoidem Gewebe, aus dem sich später der Knochen bildet.

Es findet somit eine ausgedehnte metaplastische Verknöcherung statt, die, wie wir gesehen haben, bei der normalen endochondralen Verknöcherung nur eine untergeordnete Rolle spielt. Die reichliche Bildung des weichen Osteoids bedingt die für Rachitis charakteristische Auftreibung der Epiphysen.

Weiche, osteoide Schichten bildet aber auch das Periost. Es findet hier ebenfalls eine Steigerung des apponierten osteoiden Gewebes statt, gleichzeitig aber auch Steigerung der Resorption der Knochensubstanz im Innern des Knochens von der Markhöhle her. Infolge Erweiterung der Gefäße zeigt das Mark eine dunkelrote Farbe. Andererseits entstehen durch die gesteigerte Bildung von periostalem Osteoidgewebe an den platten und den Röhrenknochen diffuse und umschriebene Auflagerungen, sogenannte rachitische Osteophysten, wodurch die Knochen

erheblich an Dicke zunehmen können. Infolge der Wachstumsstörungen bleiben aber rachitische Knochen beträchtlich in der Länge zurück.

Auch die chemische Zusammensetzung rachitischer Knochen ist verändert, da sie einen geringeren Gehalt an Erdsalzen, besonders an Calcium und Magnesiumphosphat, und einen vermehrten Wassergehalt aufweisen.

In pathologisch-anatomischer Hinsicht haben noch folgende Veränderungen am Skelett Erwähnung zu finden.

Solange der rachitische Prozeß andauert, sind die Knochen weich und biegsam, sie lassen sich daher mit dem Messer mehr oder weniger leicht schneiden. In der Umgebung der Epiphysenlinie, sowohl an der Epiphyse als an dem knorpeligen Ende der Diaphyse sind die langen Röhrenknochen verdickt („doppelte Glieder"). Auch an den Rippen macht sich die starke Verdickung der Epiphysen bemerkbar. Am Uebergang der vorderen, knorpeligen Rippe in die knöchernen, zu beiden Seiten des Brustbeines erkennt man regelmäßige Reihen rundlicher Verdickungen, den sogenannten rachitischen Rosenkranz, der oft noch bei Erwachsenen nachzuweisen ist (Fig. 12).

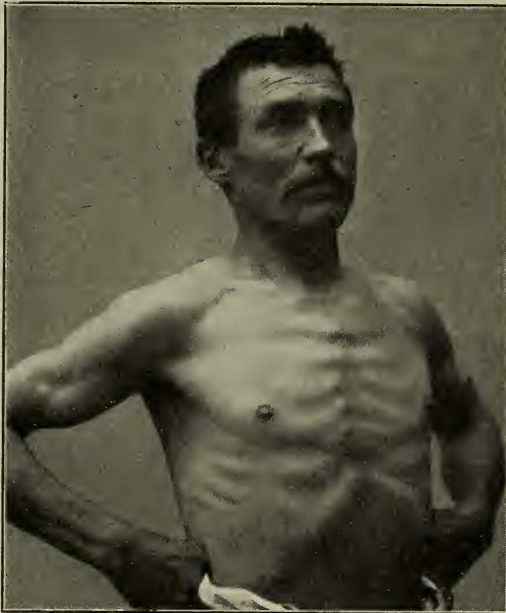


Fig. 12. Rachitischer Rosenkranz.

Der Ossifikationsbezirk zwischen Diaphyse und Epiphyse, das Periost und das Knochenmark sind hyperämisch. Letzteres ist dunkelrot, so daß man an eine Entzündung (Osteomyelitis) denken könnte. Unter dem verdickten Periost, das sich schwer abziehen läßt, findet man eine Schicht schwammiger, fein poröser, bimssteinartiger, rötlicher Massen osteoiden Gewebes, welche nach innen zu als senkrecht zur Knochenoberfläche gerichtete Radien (Virchow) von kompakteren, parallelen Schichten durchsetzt werden.

Die Blutfülle beruht auf einer lebhaften Gefäßentwickelung und auf einer abnormen Weite der Gefäße an den Stellen des Knochenwachstums, Erscheinungen, welche Kassowitz als Zeichen der Entzündung auffaßt, welche aber zunächst nur eine Steigerung der schon normal bestehenden Hyperämie an diesen Stellen bedeuten.

Es leuchtet ein, daß der rachitische Knochen nur eine geringe Haltbarkeit besitzen kann. Durch die abnorme Weichheit entstehen nicht nur leicht Verbiegungen, sondern auch leicht Infraktionen, welche nach der Heilung der Rachitis als Deformitäten bestehen bleiben.

An den gebogenen Röhrenknochen findet gewöhnlich auf der Seite der Konkavität eine stärkere Knochenanbildung statt, weil die Masse hier zusammengedrängt wird. An der gegenüberliegenden Seite gewinnt dieser Knochen ein kantiges säbelscheidenförmiges Aussehen. Besonders deutlich tritt diese Erscheinung an der Tibia und Fibula hervor. Die kurzen spongiösen Knochen wie die der Wirbelsäule werden keilförmig deformiert. Kommt die Knochenkrankheit zum Stillstand, so tritt zunächst die

massenhafte Knorpelwucherung zurück, es erfolgt nun aber in das reichlich vorhandene osteoide Gewebe auch eine stärkere Ablagerung von Kalksalzen. Dadurch kann der Knochen sogar härter und widerstandsfähiger werden als normal. Die Gelenkenden können verdickt bleiben, z. B. die Malleolen. Infolgedessen erscheinen die Knochen zuweilen plump und stark entwickelt, „massig“. In den Diaphysen an den Stellen, an denen häufig Infraktionen vorkommen, kann auch ein massiger, das Lumen der Markhöhle verengernder oder ganz ausfüllender Kallus auftreten. Man bezeichnet diese Veränderungen als rachitische Osteosklerose, rachitische Periostose oder auch rachitische Eburneation. Die näheren Vorgänge werden, was die charakteristischen Deformitäten betrifft, in dem Kapitel über die Pathogenese erörtert werden.



Fig. 13.



Fig. 14.

An der Erkrankung können alle Knochen beteiligt sein. Mehr jedoch sind jene Stellen erkrankt, an denen das Knochenwachstum intensiver vor sich geht. Nach Schmorl und Ziegler ist die endochondrale Ossifikation besonders stark an den Rippenenden und dem unteren Diaphysenende des Femur gestört. Diesen folgen mit abnehmender Intensität der Erkrankung die Tibia, die Fibula, oberes Humerus-, unteres Radius- und Ulnaende, während an den langsamer wachsenden Knochenenden, oberem Femur-, unterem Humerus-, oberem Ulna- und Radiusende, an den Epiphysenkernen der Wirbelkörper und der Scapula die endochondrale Ossifikation bei leichten und mittelschweren Rachitisfällen normal sein kann. Wir finden auch klinisch jene Stellen am häufigsten befallen (Fig. 13 und 14). Die platten Knochen des

Schädels bleiben oft verschont, in schweren Fällen können sie hochgradige Veränderungen zeigen, sowohl im Gebiete der Nähte als in ihrer ganzen Flächenausdehnung.

Guérin und Monti unterscheiden 3 Stadien der Rachitis in pathologisch-anatomischer Beziehung, nämlich: 1) das Stadium der Anschwellung und Rarefizierung, 2) das Stadium der Deformation und Organisation der gebildeten Krankheitsprodukte und 3) das Stadium der Heilung (Reparation, Eburneation) oder Konsumption.

Auf welche Ursache die Rachitis selbst zurückzuführen ist, ist noch nicht aufgeklärt. Die meisten Autoren fassen sie als eine allgemeine Ernährungsstörung auf. Nach Baginsky sind es hauptsächlich drei Punkte die zur Erklärung der Kalkverarmung der rachitischen Knochen herangezogen worden sind, nämlich: 1) zu geringe Zufuhr von Kalksalzen mit der Nahrung, 2) ausreichende Zufuhr von Salzen, aber ungenügende Resorption derselben, 3) abnorme Ausscheidung der Kalksalze aus dem Körper infolge erhöhter Acidität des Blutes. Wir können hier nicht auf die zahlreichen experimentellen Untersuchungen eingehen, die zur Beweisführung der einzelnen Hypothesen dienen sollen.

Der Entkaltungshypothese steht nach Kaufmann das pathologisch-anatomische Bedenken im Wege, daß die Halisteresis bei der Rachitis keine große Rolle spielt und daß die Mengen der Säuren nicht genügend groß sind.

Vierordt hat die Frage, ob bei der Rachitis eine allgemeine Kalkverarmung des Organismus, d. h. eine Verminderung des zirkulierenden Kalkes, vorliegt, näher untersucht. Durch Kalkbestimmungen in den Organen und im Blute Rachitischer läßt sich diese Frage schwer lösen. Aus diesem Grund hat man sie stets indirekt angefaßt, indem man fragte, ob bei der Rachitis eine mangelhafte Zufuhr von Kalk oder eine mangelhafte Resorption des Kalkes im Darmkanal vorliegen könne.

Nach Voit übersteigt die Kalkzufuhr sowohl bei Frauenmilch- als bei Kuhmilchnahrung stets den Kalkbedarf des kindlichen Skelettes. Bei einem Vergleich der Milch von Müttern rachitischer Säuglinge mit der von Müttern gesunder Kinder, wie ihn Seemann, Pfeiffer u. a. durch ihre Untersuchungen angestellt haben, ergab sich ebenfalls niemals Kalkdefizit in der Milch. Schon nach diesen Ergebnissen glaubt Vierordt, die Rachitis nicht auf mangelhafte Kalkzufuhr in der Nahrung zurückzuführen zu können. Die Frage, ob die mangelhafte Resorption des zugeführten Kalkes die Schuld tragen könne, ist schwieriger zu entscheiden. Aus den Stoffwechseluntersuchungen, die Rüdel auf Veranlassung Vierordts angestellt hat, ergab sich aber, daß Gesunde und Rachitische auf Extrazufuhr anorganischen Kalkes in ganz gleicher Weise mit promptem Ansteigen ihrer Harnkalkmenge antworten.

Bei beiden Kategorien muß daher die Resorption des Kalkes aus dem Darmkanal eine ungefähr gleich prompte sein. Von einem Darniederliegen der Kalkresorption kann nicht die Rede sein. Diese kann also nach Vierordt auch nicht als die Ursache der Krankheit angesehen werden. Hinsichtlich der Resorption hat Rüdel außerdem gefunden, daß eine Zufuhr erheblicher Dosen Salzsäure dieselbe steigert, Zusatz eines phosphorsauren Salzes zur Nahrung sie mindert, und zwar infolge von Bildung phosphorsauren Kalkes. Was die Versuche der verschiedenen Autoren an Tieren anlangt, so hält es Vierordt für denkbar, daß unter den Veranlassungen der rachitischen Allgemeinkrankheit die durch die Entziehung der Salze und besonders des Kalkes entstehende Kachexie obenan steht.

Nach Monti ist es nicht erlaubt, aus 2 frischen und 4 abgelaufenen Fällen von Rachitis so weitgehende Schlüsse zu ziehen, wie Vierordt es auf Grund der Rüdelschen Untersuchungen tut, um so mehr als bekanntlich der Kalk nur zum geringen Teil durch die Nieren ausgeschieden wird und selbst nach Rüdel subkutan injizierter Kalk nur zum kleinsten Teil im Harn erscheint. Nach Rey wird der Kalk vielmehr vorwiegend durch den Darm, besonders durch den Dickdarm ausgeschieden. Es muß nach Monti auch der Kalkgehalt der Stühle nnd des Harnes mit der eingeführten Kalkmenge verglichen werden.

Die Stoffwechseluntersuchungen, die zur Aufstellung der Theorie führten, daß erhöhte Acidität, resp. verminderte Alkaleszenz des Blutes

schuld sei an der mangelhaften Ablagerung von Kalk in den Knochen, gehen zu sehr ins Hypothetische und sind zu wenig anerkannt, als daß wir uns hier mit ihnen beschäftigen könnten. Man hat behauptet, die Acidität müßte eine exzessive Höhe erreichen, um wirksam zu sein. Dann würde aber das organische Leben unmöglich sein. Hauptsächlich wurden die Milchsäure, dann die Kohlensäure für die erwähnten Vorgänge verantwortlich gemacht.

Monti sieht fehlerhafte Ernährung als die Hauptursache der Rachitis an. Nach ihm stellt sich der Vorgang folgendermaßen dar. Unter dem Einfluß einer schon vorhandenen oder durch unpassende Nahrung hervorgerufenen Verdauungsstörung bildet sich im Magen eine etwas größere Menge Milchsäure unter gleichzeitiger Verminderung der Salzsäure. Die Milchsäure übt einerseits einen Reiz auf die Knochengewebe aus, während andererseits infolge Verminderung der Salzsäure eine verminderte Resorption der Kalksalze und ungenügende Zufuhr derselben zu den Knochen stattfindet. Dies wird in noch erhöhterem Maße der Fall sein, wenn bedeutende Diarrhöe vorliegt, indem da der größte Teil der Kalksalze durch den Darm abgeht. Die Resorption der Milchsäure ins Blut ist nicht eine vorübergehende, sondern eine chronische, und es handelt sich immer nur um geringe Mengen von Milchsäure. Ebenso ist die verminderte Resorption der Kalksalze eine chronische.

Ein wichtiger Abschnitt in der Forschung nach dem Wesen der Rachitis knüpft sich an die Beobachtung Wegners, daß die Verabreichung sehr kleiner Dosen von Phosphor bei wachsenden Versuchstieren an den Appositionsstellen der Knochen die Bildung kompakter Knochensubstanz bewirkt. Durch Kombination der Phosphordarreichung und der Ernährung mit kalkarmem Futter konnte Wegner rachitisähnliche Erscheinungen erzeugen. Er führte die Rachitis zurück 1) auf ungenügende Quantität anorganischer Salze im Blut, 2) auf einen konstitutionellen, die osteogenen Gewebe beeinflussenden Reiz. Angeregt durch die Versuche Wegners, wies alsdann Kassowitz nach, daß die gleichen Veränderungen hervorgerufen seien durch bloße Steigerung der Phosphorgaben ohne gleichzeitige Entziehung der Kalksalze in der Nahrung. Nach Kassowitz handelt es sich bei der Rachitis in erster Linie um eine abnorme Blutfülle und eine krankhaft gesteigerte Gefäßbildung in den ossifizierenden Geweben, um einen anatomisch nachweisbaren Entzündungsprozeß. Die Kalkarmut der rachitischen Knochen wird einzig und allein durch diesen Entzündungsprozeß hervorgerufen. Der lokale entzündliche Prozeß wurzelt aber seinerseits wieder in anormalen Vorgängen des gesamten Organismus. Kassowitz gibt den Einfluß der Ernährungsvorgänge auf die Entstehung und Weiterentwickelung der Rachitis ohne weiteres zu, hält aber diesen Einfluß keineswegs als so dominierend, daß man berechtigt wäre, die Anomalien in der Aufnahme und in der Verwertung der Nahrungsmittel in den Verdauungsorganen als die alleinige oder auch nur als die hauptsächliche Ursache der Rachitis anzusehen. In der Zeit des intensivsten Wachstums sind die verschiedensten den Gesamtorganismus betreffenden Schädlichkeiten und die meisten abnormen Vorgänge im Innern desselben (z. B. die Syphilis) im stande, an den vulnerablen Appositionsstellen der Knochen eine lokale Entzündung zu provozieren. In dieser Endzündung ist somit nach Kassowitz der primäre Vorgang bei der Rachitis zu suchen, die mangelhafte Kalkablagerung ist der sekundäre Vorgang.

Die Theorie von KASSOWITZ wurde von POMMER bekämpft. POMMER gab an, daß das Wesen der Knochenveränderungen bei der Rachitis durch mikroskopische Untersuchungen nicht zu ermitteln sei. Seine Theorie, daß die Rachitis als Stoffwechselkrankheit auf nervöse Einflüsse zurückzuführen sei, erwies sich nicht als stichhaltig.

Von der Entzündungstheorie KASSOWITZS bis zur Aufstellung infektiöser Ursachen war nur ein Schritt. So hat CHAUMIER (nach BAGINSKY) folgende Sätze aufgestellt: 1) Die Rachitis ist eine eigenartige, durch einen noch unbekannten Mikroorganismus verursachte Krankheit. 2) Sie ist ansteckend, in den Städten endemisch, bisweilen epidemisch. Sie findet sich epidemisch bei Ferkeln. Die histologische Untersuchung der Knochen zeigt die Uebereinstimmung der Krankheit beim Schweine und beim Menschen. 3) Die Keime der Krankheit erhalten sich anscheinend in den Wohnungen; diese Erhaltung der Keime erklärt sehr wahrscheinlich die sog. erblichen Fälle. Auch HAGENBACH-BURCKHARDT vermutet, daß es sich um einen spezifischen Mikroorganismus handelt.

Nun sind die Begleiterscheinungen der Rachitis derart, daß es nahe liegt, an eine Infektion zu denken. Bei bestehender Disposition lokalisieren sich im kindlichen Alter auch andere Infektionskrankheiten gern am Knochen, wie Tuberkulose, Syphilis, Osteomyelitis. Bemerkenswert ist die häufige Kombination mit Schwellung der Milz, der Leber und der Lymphdrüsen mit Fieberbewegungen. Im Tractus intestinalis finden sich Zeichen des Katarrhs, der Leib ist sehr oft aufgetrieben infolge von Meteorismus intestinalis, Diarrhöe und Verstopfung treten abwechselnd auf.

Von den Störungen des Respirationsapparates sind die in schweren Fällen beobachteten Bronchopneumonien zu nennen. In leichteren Fällen treten häufig ebenfalls Katarrhe der Schleimhäute auf. Dazu kommen auch mechanische Störungen der Respiration infolge der Thorax- und Wirbelsäuledeformität, sowie infolge Druckes des geblähten Unterleibes. Dadurch kann auch das Herz in Mitleidenschaft gezogen werden.

Eine große Rolle in der klinischen Pathologie der Rachitis spielen auch die Erscheinungen von seiten des Nervensystems. Am häufigsten kommen Krämpfe vor, welche aus geringfügigen Anlässen auftreten können. Sehr quälend für die Kinder ist der Glottiskrampf. Eine sehr häufige Begleiterscheinung ist der Hydrocephalus internus, besonders bei letal verlaufenen Fällen. RITTERSHAIN hat unter 92 Sektionen von Rachitis bei 38 Fällen Hydrocephalus internus gefunden. Er gibt ferner an, in jedem Fall von erworbenem Hydrocephalus internus Rachitis festgestellt zu haben.

Zu erwähnen ist noch die fast nie fehlenden Blässe der Kinder. Das Fettpolster ist schlaff, ebenso die Muskulatur. Auch die Bänder zeigen gewöhnlich eine außerordentliche Schlaffheit. Bei vorgeschrittenen Ernährungsstörungen schwindet natürlich auch das Fettpolster, und die Kinder nehmen ein greisenhaftes Aussehen an. Bei später auftretender Erkrankung können allerdings alle diese Begleiterscheinungen fehlen.

Aus diesen Begleiterscheinungen geht aber nicht mit Sicherheit hervor, daß es sich um eine spezifische infektiöse Erkrankung handelt, sondern wir sind zunächst nur gezwungen, den Schluß abzuleiten, daß es sich um ein *konstitutionelles Leiden* handelt,

in dessen Verlauf zwar hauptsächlich das Skelett, aber außerdem auch eine Reihe anderer Organe verändert sind. Das Ganze stellt nach VIERORDT eine Stoffwechselveränderung dar, in deren Gefolge an den Stellen des Knochenwachstums örtliche Störungen des Gewebsstoffwechsels erzeugt werden, die zu verminderter Anlagerung von Kalk, vielleicht auch gesteigerter Resorption oder Auslaugung führen. Die Wucherung von Knorpel und osteoidem Gewebe ist möglicherweise ihrerseits Folge der örtlichen Kalkarmut, vielleicht aber auch primär.

Neuerdings hat nun ZWEIFEL der älteren Anschauung, welche in der mangelhaften Zufuhr von Kalksalzen das Primäre erblickt, neue Stütze gegeben. Er betont hauptsächlich den Mangel einer Zufuhr von Kalk- und Magnesiumphosphaten zum Knochen.

In neuester Zeit hat auch PACCHIONI gegen die Auffassung, daß die pathologisch-anatomischen Veränderungen der rachitischen Knochen bei der endochondralen Verknöcherung von einem entzündlichen Prozeß herrühren, Stellung genommen. PACCHIONI stellte auf Grund mikroskopischer Untersuchungen fest, daß bei der Rachitis im Knorpel sowohl eine Abnahme an Phosphorsäure wie an Kalk stattfindet infolge Veränderung der chemischen Zusammensetzung des Knorpels. Diese Veränderung ist wiederum abhängig von einer Veränderung der Zellfunktion des Knorpelgewebes, resp. von einer „Abnahme der metabolischen Aktivität“ der Zellen. So ist z. B. die klassische reihenförmige Anordnung ein Zeichen der Aktivität des Knorpels. Bei der Rachitis ist diese Anordnung gehemmt, weil der Knorpel sich zum Teil passiv verhält. Der Knochen findet keinen Widerstand, er durchbricht die Verkalkungszone und dringt mit seinen Gefäßen und Zellelementen ungehindert und in unregelmäßiger Weise in den Knorpel ein. Weil nun das zur Verknöcherung nötige Material fehlt, ist auch die Verknöcherung abgeschwächt, wodurch sich ein Gewebe bildet, in welchem Knochen, normaler Knorpel, verkalkter Knorpel, Gefäße, Bindegewebe und Zellelemente wirr durcheinander zu finden sind. Der rachitische Knorpel verhält sich dem eindringenden Knochengewebe gegenüber passiv. Die Gefäßneubildung ist für einen entzündlichen Prozeß nicht hinreichend genug. PACCHIONI hält also dafür, daß der fundamentale Krankheitsprozeß nicht im Knochen, sondern im Knorpel, und zwar im Protoplasma und im Kerne der Knorpelzellen, sitzt. Worauf die mangelhafte und abnorme Stoffwechselenergie des Knorpels resp. die verringerte metaboliche Aktivität der Knorpelzellen beruht, kann dieser Autor nicht angeben. Er vermutet, daß sie entweder in einer veränderten Ernährung besteht oder toxischer Natur ist. Noch unaufgeklärt ist nach PACCHIONI, welchen Anteil das Perichondrium und das Periost beim rachitischen Prozeß nimmt, und wie die Resorptionserscheinungen des Knochens, sowie die Entwickelung rachitischer Veränderungen an den Knochen bindegewebigen Ursprunges zu stande kommen.

Solange wir über die Aetiologie der Rachitis nicht aufgeklärt sind, können wir auch nicht wissen, in welcher Weise die begünstigenden oder prädisponierenden Ursachen zur Wirkung gelangen. Daß es derartige Ursachen gibt, kann nicht bestritten werden. Wir werden kurz auf dieselben einzugehen haben.

Da das Wesen der Rachitis in einer Störung des Knochenwachstums beruht, so kann die Krankheit nur im kindlichen Alter

beobachtet werden. Ueber die sog fötale Rachitis haben wir uns oben schon ausgesprochen. Das intrauterine Vorkommen wahrer Rachitis ist nach ZIEGLER noch streitig. Nur die mikroskopische Untersuchung und der Nachweis einer gesteigerten Wucherung der Knorpelzellen, die Ausdehnung der Wucherungsschicht gegen den Ossifikationsrand, das Uebergreifen der Markräume in die Knorpelsubstanz, die Bildung des osteoiden Gewebes, sowie der entsprechenden Vorgänge am Periost berechtigten uns zur Stellung der Diagnose der angeborenen Rachitis. Aus diesen Gründen scheiden die meisten in der Literatur mitgeteilten Fälle von fötaler Rachitis aus, weil dieser Nachweis fehlt. Es kann eine gewisse äußere Aehnlichkeit bestehen und doch der mikroskopische Befund ein grundverschiedener sein.

Das Vorkommen der kongenitalen Rachitis ist vielfach behauptet und vielfach bestritten worden. So schätzte SCHWARZ den Prozentsatz der rachitisch geborenen Kinder auf 80,6, FEYERABEND auf 68,9, FEER auf 63, QUISLING auf 23 Proz. MONTI bestreitet das häufige Vorkommen der angeborenen Rachitis. Er beruft sich auf FEDE, der unter 500 Neugeborenen nur 3mal Zeichen von Craniotabes und nur 1mal alle klinischen Anzeichen von Rachitis fand. VIRCHOW und HANSEMANN konnten ebenfalls das häufige Vorkommen von kongenitaler Rachitis auf Grund der Obduktionsergebnisse im Pathologischen Institut in Berlin nicht zugeben. Neuerdings hat ESCHER in der Frauenklinik in Bern Untersuchungen über die Frage angestellt. An den von ihm untersuchten Neugeborenen und Früchten aus den letzten Schwangerschaftsmonaten, hat er weder mikroskopisch noch klinisch einen Befund erheben können, der ihm erlaubt hätte, auch nur ein einziges Mal die bestimmte Diagnose auf Rachitis zu stellten. Es muß somit nach dem heutigen Stande der Literatur das Vorkommen echter Rachitis beim Fötus und Neugeborenen noch als zweifelhaft erklärt werden.

Trotzdem spielen nach alltäglicher Erfahrung hereditäre Momente eine große Rolle. Leider müssen wir uns aber auch hier mit der Annahme einer erblichen Disposition begnügen. MONTI glaubt, daß das familiäre Auftreten noch kein Beweis für die Vererbung von den Eltern auf die Kinder sei, sondern nur dafür, daß in den mit Rachitis belasteten Familien auch immer bestimmte Fehler in der Ernährung sich wiederholen. Diese Meinung wird kaum aufrecht zu erhalten sein. In Franken z. B. ist die Rachitis so verbreitet, daß wir sie auch in Familien auftreten sehen, die in Bezug auf Ernährung der Kinder nichts zu wünschen übrig lassen. Daß unzweckmäßige Ernährung den Ausbruch der Krankheit begünstigt, soll nicht bestritten werden. Die Kinder sind bei der Geburt nicht rachitisch in pathologisch-anatomischer Hinsicht, aber sie besitzen die hereditäre Anlage zur Rachitis. Zu trennen sind natürlich von diesen Fällen alle jene, welche zu Krankheiten der Eltern in Beziehung gebracht werden. Letztere sind aber in ihrer Aetiologie höchst unsicher. Eine große Bedeutung hat man der Syphilis der Eltern beigemessen. PARROT hat sogar alle Fälle von Rachitis auf vererbte Syphilis zurückgeführt, hat aber wenig Zustimmung erfahren. MONTI gibt an, er habe noch nie einen Fall von Lues congenita heilen gesehen, ohne daß es nachträglich zur Entwickelung der Rachitis gekommen wäre. Auch MAYR, BAGINSKI und KASSOWITZ haben ähnliche Erfahrungen gemacht. Man kann deshalb wohl annehmen, daß die angeborene

Lues eine Gelegenheitsursache der Rachitis darstellt, die aber weitaus in den meisten Fällen fehlt. Auch Tuberkulose der Eltern, sowie Blutarmut, Marasmns, höheres Alter zur Zeit der Zeugung, ferner Entkräftung der Mutter durch wiederholte Geburten sollen die Entstehung der Rachitis begünstigen.

Nach Monti können einzelne Fälle von Rachitis schon in den ersten 3 Lebensmonaten auftreten, ihre Häufigkeit nimmt mit dem 3.—12. Monate zu und ist im Alter von 1—2 Jahren am häufigsten. Nach dem 2. Lebensjahr ist ihre Entstehung selten, nach dem 3. sehr selten und nach dem 4. Lebensjahre sah Monti niemals Rachitis auftreten. Ritter und Comby machten ähnliche Angaben, nur sah letzterer in den ersten 6 Lebensmonaten keinen Fall von Rachitis.

Auch nach Vierordt liegt die gewöhnliche Zeit des Einsetzens der Krankheit etwa zwischen dem 4. Monat und dem Ende des 2. Lebensjahres. Auch im 3. und selbst im 4. Jahre sieht man sie sich noch entwickeln, obwohl schon sehr viel seltener. Das Vorkommen vor dem 4. Lebensmonat bezeichnet Vierordt als Ausnahme. Eine gute Orientierung über die zeitliche Verteilung der Rachitis gewährt uns die von Baginsky mitgeteilte Tabelle. Nach Baginsky begann die Krankheit

im Alter von 3 —6	Monaten	bei 35 Knaben,	8 Mädchen,	zusammen 43 Kindern
„ „ „ 6 —12	„	„ 101 „	72 „	„ 173 „
„ „ „ 1—1½	Jahren	„ 115 „	105 „	„ 220 „
„ „ „ 1½—2	„	„ 64 „	49 „	„ 113 „
„ „ „ 2 —2½	„	„ 18 „	24 „	„ 42 „
„ „ „ 2½—3	„	„ 9 „	12 „	„ 21 „
„ „ „ 3 —4	„	„ 2 „	6 „	„ 7 „
„ „ „ 4 —13	„	„ — „	— „	„ 4 „

Zwischen dem 7. und 25. Lebensmonat liegt auch die Zeit der ersten Dentition, die durch die Rachitis im erheblichen Grad gestört sein kann. Die Störung äußert sich hauptsächlich in der Verspätung des ersten Zahndurchbruches, in abnorm langen Pausen, in Unsymmetrie der Entwickelung und in charakteristischen Veränderungen der Zähne selbst. Aus diesem zeitlichen Zusammentreffen hat man auf eine besondere Lebhaftigkeit der Ossifikationsvorgänge geschlossen, und man hat darauf hingewiesen, daß in dieser Zeit an den Ossifikationsstellen ein locus minoris resistentiae für schädliche Einflüsse zu suchen ist, die in eigentümlicher Weise zum Ausdruck kommen.

Von größerer Bedeutung sind aber die *Beziehungen zwischen dem osteoporotischen Stadium der postfötalen Knochenentwickelung und der Rachitis*. Auch hier gibt sich ein zeitliches Zusammenfallen kund. Bis zum 6. Monat wächst der Knochen nach embryonalem Modus von Periost aus, er hat „geflechtartigen“ Bau (v. Ebner). Nun findet eine Erweiterung der Markhöhle statt, und in der Rinde bilden sich durch Ausweitung der Gefäßräume infolge von Resorption die Haversschen Kanäle. Dieses Stadium nennt Schwalbe Stadium der Osteoporose. In den Markräumen und in Haversschen Kanälen beginnt nun der lamelläre Bau der Knochenrinde, der schon bei 2-jährigen Kindern vollendet sein kann. Das *osteoporotische Stadium* geht nach Schwalbe in das *lamelläre* über. Zwischen den einzelnen Lamellen bleiben nur dünne Reste von Knochenbälkchen embryonaler Anordnung bestehen. Was das Periost betrifft, so ist zu bemerken, daß, wie Schwalbe nachgewiesen hat, das Dickenwachstum des Knochens in der Zeit zwischen

dem 9. Lebensmonat und dem 4.—5 Lebensjahr nicht nennenswert zunimmt, trotzdem die Markhöhle sich erweitert.

Die kompakte Substanz des Knochens nimmt also etwa vom 1.—4 Jahr ab. Vom 4. Lebensjahr ab bis zur Vollendung des Knochenwachstums nimmt die Dicke der Kompakta wieder zu, und zwar relativ stärker als die Ausweitung der Markhöhle. Das Periost bildet zuerst Grundlamellen, welche durch die von innen her sich bildenden Haversschen Räume bis auf die oberste Schicht in Schaltlamellen umgewandelt werden.

Schwalbe fand nun, daß bei der Rachitis die Umbildung der geflechtartigen Knochensubstanz in die lamelläre nur langsam und unvollständig erfolgt, während die periostale Knochenbildung nach embryonalem oder auch nach entzündlichem Modus vorschreitet.

Baginsky hat ebenfalls darauf hingewiesen, daß die Rachitis in ihrem Entstehen vorzugsweise gerade diese wichtige Zeit der physiologischen Veränderung der Knochen bevorzugt, und auch Monti findet, daß in diesem Alter gewissermaßen eine anatomische Disposition zu Rachitis besteht. Wenn wir der Bezeichnung von Vogt folgen, so können wir die Zeit der ersten Dentition, in welcher die floride Rachitis auftritt, als die erste Evolutionsperiode des Knochenwachstums bezeichnen. Von der zweiten und dritten werden wir später zu reden haben.

Hinsichtlich des Geschlechtes bewegen sich die Zahlen so ziemlich auf gleicher Höhe. Manche Autoren fanden die Rachitis häufiger bei Knaben, manche häufiger bei Mädchen. Es scheint, daß die Spätformen häufiger bei Mädchen vorkommen.

Die Verbreitung der Rachitis über die Erde ist eine allgemeine. Seltener kommt sie vor nach Hirsch im hohen Norden und in südlicheren Zonen. In den Tropen ist sie weniger bekannt. Nach Feer wird der Charakter der Rachitis in den Hochalpen nach oben zunehmend milder und das Auftreten seltener.

Häufiger ist die Rachitis in feuchten Gegenden. Nach Hagentorn tritt die Rachitis in Orten mit einer Jahresfeuchtigkeit von höher als 80^{0} fast regelmäßig auf, während sie in Orten mit einer Jahresfeuchtigkeit von weniger als 70^{0} nicht beobachtet wird. Nach Hirsch ist das Vorkommen in Europa ein besonders häufiges in England, den Niederlanden, Belgien, Frankreich, Deutschland, Oesterreich und Oberitalien. Selten kommt sie vor auf Nordgrönland, auf den Faröern und auf Island, ferner in Skandinavien, in Unteritalien, im Süden von Spanien, in der Türkei und in Griechenland. In Asien ist sie weniger verbreitet in Indien, Japan und China. Ebenso ist sie in Australien selten. Auch die Neger werden in ihrer Heimat selbst weniger befallen, wohl aber dann, wenn sie ihre Heimat verlassen.

Nach Baginsky ist also hauptsächlich die gelbe und die schwarze Rasse von der Krankheit verschont. Er macht ferner auf die Tatsache aufmerksam, daß die elend gehaltenen Zigeunerkinder Ungarns und Spaniens fast völlig frei von Rachitis gefunden werden.

Nach Kassowitz beginnt im November oder Dezember die Morbiditätskurve der Rachitis zu steigen, im Frühjahr erreicht sie den Höhepunkt. In der wärmeren Jahreszeit ist sie seltener, vielleicht deshalb, weil die Kinder im Sommer mehr Licht und Luft genießen als im Winter und weniger sich in engen, schlecht gelüfteten

und feuchten Räumen aufzuhalten genötigt sind. Auch andere Autoren, wie Wallach, Mey, Stooss etc., haben derartige Erfahrungen gemacht. Lange dagegen ist der Meinung, daß diese Frage auf Grund statistischer Erhebungen nicht zu lösen sei.

Unter allen bis jetzt bekannten Ursachen der Rachitis nimmt die fehlerhafte und ungenügende Ernährung der Kinder die erste Stelle ein. Deshalb wird die Rachitis nach der klinischen Seite hin als eine Ernährungsstörung bezeichnet. Stofflich ungenügende Nahrung und solche, die Darmkatarrhe macht, das sind, wie Vierordt erklärt, die Hauptquellen der Rachitis. Fragt man aber, worin die ungenügende Ernährung besteht, und welche Fehler zu vermeiden sind, so stoßen wir wieder auf die widersprechendsten Meinungen. Man beschuldigt bei Brustkindern schlechte Frauenmilch, vorzeitiges Entwöhnen oder zu langes Stillen, ferner sowohl Uebererernährung als Unterernährung. Besonders groß hält man die Gefahr bei künstlicher Ernährung, da dieselbe vielfach zu groben diätetischen Fehlern führt, welche Dyspepsien im Gefolge haben. Hierher zu rechnen ist auch das plötzliche Aufhören der Ernährung mit Milch und der Uebergang zu Amylaceen und Fleisch. Infolge plötzlicher Entwöhnung und nachfolgender ausschließliche Darreichung von Fleischnahrung und Amylaceen in der Zeit vom 9.—16. Lebensmonat muß nach Monti der Säugling unrettbar an Rachitis erkranken. Nach Vierordt stammt die Hauptmasse der Rachitiskinder aus der großen Klasse derjenigen, welche entweder neben oder gar anstatt Milch Breinahrung erhalten.

Die Verdauungsstörungen dürfen aber niemals als das wesentlichste ätiologische Moment für die Rachitis angesehen werden, sondern wie jede andere der bekannten akuten oder chronischen Schädlichkeiten nur als ein begünstigendes Moment. Denn inwieweit unpassende und ungenügende Nahrungszufuhr zur Entwickelung der Rachitis führt, ist leider noch unbekannt. Von großer Bedeutung für die Therapie wäre es, wenn sich die Ansicht Zweifels als richtig erweisen würde, daß die Rachitis mit einem mangelhaften Salzgehalt der Nahrung zusammenhänge. Von Kassowitz wird diese Ansicht noch stark bekämpft.

Als sicher kann angenommen werden, daß bei guter und regelrecht gereichter Muttermilch die Gefahr für Entstehung der Rachitis verringert wird, daß aber auch der Säugling bei geeigneter künstlicher Ernährung frei von Schaden gehalten werden kann. Näher auf die Frage der Ernährung bei Kindern im 1. Lebensjahr und später einzugehen, ist hier nicht der Ort.

Die klinischen Begleiterscheinungen der Rachitis haben wir oben schon erwähnt. Sie beweisen, daß die Rachitis eine Allgemeinerkrankung ist. Sie treten als Komplikationen der Knochenerkrankung auf und sind manchmal mehr, manchmal weniger von Bedeutung. Auch auf die klinische Symptomatologie der Rachitis können wir hier nicht näher eingehen. Schwierigkeiten für die Diagnose der Deformitäten ergeben sich aus derselben nicht. Wir wollen nur einige Punkte erwähnen.

Ueber das Zurückbleiben rachitischer Kinder in der Entwickelung im allgemeinen spricht sich Baginsky folgendermaßen aus: „1) Der Körper rachitischer Kinder bleibt in der Entwickelung des

Kopfes, des Thorax, der Körperlänge und des Körpergewichtes hinter denjenigen nicht rachitischer Kinder erheblich zurück. 2) Die Veränderung der zwischen Kopf und Thorax vorhandenen Größenverhältnisse zeigt für die an Rachitis leidenden Kindern eine Rückständigkeit der Entwickelung an. 3) Das Zurückbleiben und die Schwankungen des Körpergewichtes gegenüber anderen, an sich schon durch Krankheit in ihrem Körpergewicht negativ beeinflußten Kindern dokumentiert die tiefe Bedeutung des rachitischen Prozesses für die gesamte Ernährung. 4) Die bei rachitischen Kindern statthabende Verminderung im Fortschreiten des Quotienten, welcher aus der Körperlänge und dem Körpergewicht resultiert, zeigt an, daß der materielle Wertgehalt jedes einzelnen Körperabschnittes rachitischer Kinder zurückgeblieben ist.“ Der Kopf erscheint nach Liharzik und Baginsky nur deshalb größer, weil die Körperlänge und die Entwickelung der Gesichtsknochen verhältnismäßig stärker zurückgeblieben sind.

Ferner haben wir zu erwähnen, daß abgesehen davon, daß rachitische Kinder oft erst im 2. oder 3. Lebensjahr laufen lernen oder das Laufen wieder verlernen, wenn sie schon gelaufen sind, oft auch lähmungsartige Zustände der unteren Extremitäten zu bemerken sind, so daß Comby von Pseudoparaplegie sprach. Es beruht dies auf einer Schlaffheit der Körpermuskulatur, welche in der Regel auch eine außerordentliche Schlaffheit der Gelenkbänder und Schlottrigkeit der Glieder zur Folge hat. Letztere kann therapeutisch beim Redressement von Verkrümmungen von Wert sein. Es ist oft erstaunlich, wie sehr die Gelenke in ihrer Festigkeit verloren haben. Ob diese Erscheinung aus der Skelettveränderung abzuleiten ist oder für eine gleichzeitige spezifische Erkrankung der Muskulatur spricht, ist noch zweifelhaft. Kassowitz hat auch die Schlaffheit der Gelenke durch einen von den Epiphysen auf die Bänder und die Kapseln fortgeleiteten entzündlichen Prozeß zu erklären versucht.

Zu den Komplikationen der Rachitis gehört auch der „infantile Skorbut“ oder die „Barlowsche Krankheit“. Darunter ist die Rachitis zu verstehen, die mit Erscheinungen hämorrhagischer Diathese einhergeht. Unter Fiebererscheinungen treten schmerzhafte Schwellungen an den Diaphysen der Röhrenknochen, besonders des Unterschenkels, auf, aber auch an den Knochen des Schädels und Gesichtes. Die Anschwellungen bestehen aus subperiostalen Blutungen, welche häufig mit Abscessen verwechselt werden. Ferner finden sich meist skorbutartige Veränderungen am Zahnfleisch. Auch in inneren Organen können Blutungen auftreten.

Nach Rehn kommen diese Erscheinungen auch ohne Rachitis vor. Die Krankheit ist im allgemeinen selten und in ihrem Wesen nach dunkel. Mit dem Skorbut der Erwachsenen hat sie nichts zu tun.

Von differentialdiagnostischer Bedeutung ist die hereditäre Syphilis. Wir haben schon darauf hingewiesen, daß syphilitische Kinder leichter Rachitis acquirieren. Knochenaffektionen rein syphilitischer Natur können aber Aehnlichkeit mit Rachitis haben, da ebenfalls Veränderungen an den Epiphysenlinien, an den Rippen und am Schädel vorkommen können. Die Verdickungen sind aber viel geringer, wallartig oder spindelförmig am Diaphysenende oder an der Epiphyse, ferner bei Druck schmerzhaft und eventuell von ödematöser Anschwellung begleitet. Sie tragen mehr den Charakter der entzündlichen Schwellung und können zur Epiphysenlösung, ein charakteristisches

Zeichen der Syphilis, führen. Außerdem sind die Affektionen nicht typisch über das Skelett verbreitet und bevorzugen einzelne Knochen, z. B. nach Vierordt den Humerus. Sie treten früh auf und sind in der Regel vergesellschaftet mit sonstigen Symptomen der Lues an der Haut und den Schleimhäuten.

Von Wichtigkeit für die Lehre von den Deformitäten ist die Frage: Wann ist die Rachitis beendet?

Wenn die Rachitis früh auftritt, so lokalisiert sie sich zunächst am Schädel. Meist geht dann die Krankheit auf den Thorax über, es entsteht der sogenannte rachitische Rosenkranz und durch Einsinken der seitlichen Thoraxteile die sogenannte Hühnerbrust. Bald gesellt sich hinzu Kyphose und Skoliose der Wirbelsäule. Erst in letzter Linie werden die Extremitäten ergriffen. Nach Baginsky ist jedesmal derjenige Teil des Skelettes am intensivsten ergriffen, welcher sich zur Zeit des Eintrittes des rachitischen Prozesses im raschesten Wachstum befindet. Deshalb kann es zu einem Stillstand des Prozesses kommen, ehe Deformitäten an den Extremitäten auftreten. Ferner können beim Auftreten der Rachitis in einem vorgerückten Alter der Kinder die Veränderungen am Schädel, am Thorax und an der Wirbelsäule völlig in den Hintergrund treten, während sich noch erhebliche Verkrümmungen an den unteren Extremitäten ausbilden können. Die Belastungsdeformitäten treten außerdem auch schon aus dem Grunde später auf, weil zu ihrer Ausbildung ja schon eine stärkere Muskeltätigkeit und eine erhöhte Beanspruchung der Knochen gehört. Ferner ist der Verlauf kein streng kontinuierlicher, sondern er zeigt manchmal einen intermittierenden Charakter. Auch Besserung und temporärer Stillstand wechselt mit Verschlimmerung häufig ab.

Stets ist aber der Verlauf ein chronischer. Einige Autoren wollen zwar einen akuten Beginn der Krankheit, sogar mit Ausgang in Tod, beobachtet haben, doch können derartige Fälle nur als Ausnahmefälle betrachtet werden. Es kann sich auch das eine oder das andere Stadium durch einen heftigeren Ablauf der Erscheinungen auszeichnen.

Man kann auch klinisch bei der früh auftretenden Rachitis ein Stadium des Beginnes, ein Stadium der erreichten Höhe und ein Stadium der Heilung annehmen. Das erste Stadium kann schon einige Wochen nach der Geburt auftreten in Form allgemeiner Ernährungsstörungen und Verdauungsstörungen mit entsprechenden Störungen des Allgemeinbefindens, wie Blässe, Schlaffheit der Haut, profusen Schweißen etc. Die Diagnose ist dann zu stellen durch die ersten Veränderungen entweder am Kopf oder am Thorax.

Nach Baginsky zeigen sich meist schon 8—12 Wochen nach Beginn des ersten Stadiums Symptome des zweiten Stadiums der Rachitis. Letzteres charakterisiert sich durch die Fortdauer, eventuell Steigerung der allgemeinen Erscheinungen des ersten Stadiums unter Auftreten der charakteristischen Deformationen des Skelettes. Dieses Stadium kann nach Baginsky 3—4 Monate, aber auch 1—2 Jahre in Anspruch nehmen. Wichtiger scheint es, hervorzuheben, daß mit Beginn des 1. Lebensjahres in der Regel die rachitischen Veränderungen des Thorax schon vollständig ausgebildet sind. Erst nach dem vollendeten 1. Lebensjahre beginnen, wie schon hervorgehoben,

die Deformitäten an den Extremitäten. Wenn die Rachitis erst gegen Ende des 1. Lebensjahres erscheint, so bleiben Kopf- und Brustknochen verschont.

Im dritten Stadium gehen die Erscheinungen allmählich zurück, selbst Deformitäten leichteren Grades können sich noch erheblich verringern oder selbst verschwinden. Meist bleiben aber Spuren das ganze Leben bestehen. Schwere Deformitäten erhalten sich auch im Stadium der Ausheilung, ja sie können sogar noch zunehmen. Glücklicherweise trägt dann das spätere Wachstum nicht in geringem Grade zu ihrer Beseitigung bei. Je nach der Ausbreitung des Prozesses erstreckt sich das letzte Stadium bis in das 2., 3., sogar in das 4. Lebensjahr hinein. Nach dem 4. Jahr ist der rachitische Prozeß in der Regel erloschen.

Rachitis tarda.

Wir kommen nunmehr zu einem Kapitel, das sowohl für die konstitutionellen als für die später zu besprechenden habituellen Deformitäten von Bedeutung ist, nämlich dem Kapitel über die Spätrachitis oder die Rachitis tarda. Wegen der spärlichen pathologisch-anatomischen Untersuchungen wird die Existenz dieser Erkrankung bestritten. So sagt Monti, daß er die Annahme einer nach dem 5. Lebensjahre sich einstellenden Rachitis so lange für nicht berechtigt hält, als nicht der gleiche histologische Befund nachgewiesen wird. Auch Vierordt gibt an, daß vorläufig an der Existenz der tardiven Rachitis noch gezweifelt werden müsse. Diesen Standpunkt vertritt auch H. Rehn, Portal, Clutton, Kassowitz, Genser, Duplay, Delcourt u. a. Die von verschiedenen Autoren beschriebenen Fälle von Spätrachitis ist man geneigt nur als rachitisähnliche Veränderungen des Skelettes aufzufassen. Die Abneigung gegenüber der Annahme einer in späterer Jugend auftretenden Rachitis ist hauptsächlich bei Kinderärzten und Internisten vorhanden. Seit Mikuliczs bahnbrechender Arbeit über die seitlichen Verkrümmungen am Knie verhält man sich chirurgischerseits weniger ablehnend.

Bei seinen umfangreichen anatomischen Untersuchungen stellte bekanntlich Mikulicz unter anderem fest, daß beim Genu valgum die Verkrümmung am Oberschenkel nur im untersten Teile der Diaphyse liegt. Das unveränderte Epiphysenstück beim Genu valgum adolescentium ist schief an die Diaphyse angesetzt. Auch an der Tibia gehört die Schiefheit dem oberen Ende der Diaphyse an, und die Epiphyse ist nicht wesentlich beteiligt. Das Wesen des Genu valgum, das in den Pubertätsjahren auftritt, besteht somit nach Mikulicz teils in einem ungleichen Wachstum an der Epiphysengrenze, teils in einer abnormen Krümmung des ganzen Diaphysenendes. Ferner konnte Mikulicz zum Teil hochgradige Veränderungen der anatomischen Verhältnisse in der Epiphysenlinie erkennen. Sowohl makroskopisch als mikroskopisch erwies sich die Wucherungszone wie der ganze Knorpel abnorm verbreitert und ungleich begrenzt. Knochensubstanz und Knorpel waren unregelmäßig angeordnet. An der inneren Seite war der Knorpel breiter. Besonders zeigte sich mikroskopisch eine auffallende Abweichung vom normalen Typus der Proliferation der Knorpelzellen. An der Knorpelgrenze reichte der wuchernde Knorpel stellenweise sehr tief in die Epiphyse oder Diaphyse hinein, so daß sich in letzterer auch isolierte Herde vorfanden. Die Markpapillen waren

vergrößert. Mikulicz ist nicht im Zweifel, daß es sich um eine rachitische Verbreiterung der Epiphysenknorpel handelt, um so mehr als sich auch an den sonstigen Knochen des Skelettes rachitische Veränderungen vorfanden. Auch am Lebenden vermißte Mikulicz nur selten, in hochgradigen Fällen niemals, die charakteristischen Symptome der Rachitis. Am deutlichsten fand sich die rachitische Auftreibung immer an den Rippen. Daß eine Erweichung des Knochens vorhanden war, bewies auch der geringe Widerstand, auf den der eindringende Meißel bei der Osteotomie stieß. Schließlich ist aus den klinischen Untersuchungen von Mikulicz noch hervorzuheben, daß 2 Patienten mit Genu valgum die bestimmte Angabe machten, daß ihre „doppelten Glieder“ erst seit dem 14. Lebensjahre bestanden.

Nach Mikulicz waren es bereits Billroth, Delore, sowie Thiersch und Klopsch, welche darauf hinwiesen, daß den in der Zeit der Pubertät auftretenden Verkrümmungen abnorme Weichheit und Verbreiterung der Epiphysenlinie infolge von Rachitis zu Grunde liegen können. Gegenüber Delore hatten Gosselin und Tripier jede rachitische Affektion bei Genu valgum und varum in Abrede gestellt. Tripier untersuchte die Epiphysenknorpel an zahlreichen normalen Extremitäten und fand, daß sie regelmäßig in den Perioden des stärksten Wachstums, nämlich zwischen dem 3. und 5. und zwischen dem 14. und 17. Jahre breiter als während der übrigen Wachstumszeit sind. Er glaubte deshalb, daß auch beim Genu valgum die Verbreiterung des Epiphysenknorpels eine physiologische sei. Mikulicz führt an, daß Tripier wahrscheinlich nie Gelegenheit hatte, Epiphysenknorpel zu sehen, wie sie in der Arbeit des ersteren beschrieben und abgebildet sind. Auf mikroskopische Untersuchungen kann sich Tripier nicht berufen.

Mikulicz sieht aber auch in den genannten Wachtumsperioden eine Prädisposition zur Rachitis. In der zweiten Periode, um die Mitte des zweiten Lebensdezenniums ist das Längenwachstum der Extremitätenknochen am stärksten. Ein bedeutendes Wachstum findet besonders an dem dem Kniegelenk benachbarten Epiphysenknorpel statt. Sie werden deshalb nach Mikulicz selbst bei einem sehr geringen Grade allgemeiner Rachitis beträchtlich in Mitleidenschaft gezogen. Mikulicz hält die rachitische Affektion der Epiphysenknorpel für die Entstehung des Genu valgum und varum für weit maßgebender als das Ergreifen einer stehenden Beschäftigung. In einigen seiner Fälle mußte eine verminderte Widerstandsfähigkeit der Extremitätenknochen ausschließlich als die Ursache der Verkrümmung angesehen werden.

Es läßt sich lediglich die Vermutung aussprechen, daß auch bei der habituellen Skoliose ähnliche rachitische Prozesse zu finden sind. Leider sind hier aber die Untersuchungen noch spärlicher, weil meist skoliotische Wirbelsäulen im Endstadium der Verkrümmung zur Untersuchung gelangen, in dem die Rachitis bereits geheilt ist, oder aber in einem so frühen Stadium, daß das Vorhandensein der rachitischen Veränderungen als nicht beweisend für die Entstehung der habituellen Skoliose betrachtet werden muß.

Roos fand in der Literatur nur die anatomische Beschreibung der Wirbel von 4 Skoliosen aus dem Alter von 13—15 Jahren von Polosson. Letzterer Autor fand Verdickung, Trübung und Unregelmäßigkeit des Knorpels an den oberen und unteren Flächen der Wirbel, Veränderung des spongiösen Knochengewebes derselben, un-

regelmäßige Flecke eines spongioiden, rötlichen Gewebes, das kleine, knorpelähnliche Körnchen enthielt, dann Massen von hyalinem Knorpel in den Wirbelkörpern selbst, viel verkreideten Knorpel, sowie Veränderungen in den Zwischenwirbelscheiben. Mikroskopisch ließen sich in den Maschen des spongiösen Gewebes kleine Knorpelhaufen erkennen. Bei einem Fall von gleichzeitig bestehendem, leichtem Genu valgum will POLOSSON am Femur die von MIKULICZ beschriebenen rachitischen Veränderungen gefunden haben.

POLOSSON hält seine Befunde nicht für Reste rachitischer Veränderungen aus der Kindheit, sondern für solche, welche sich erst auszubilden im Begriffe stehen oder noch ganz am Anfang sind. Leider sind die mikroskopischen Untersuchungen, wie der Autor selbst angibt, nicht vollständig, und es ist nicht auszuschließen, daß die Fälle POLOSSONS doch zu den verschleppten Fällen nach ROOS, auf die wir noch zurückkommen werden, zu rechnen sind.

Wichtiger erscheint uns vorläufig überhaupt der Hinweis auf die rachitische Natur dieser Fälle.

Es hat auch nach MIKULICZ nicht an Gegnern der Auffassung, daß Fälle von Spätrachitis vorkommen, gefehlt.

Nach VOGT haben wir kein Recht, für Individuen von 7—14 Jahren floride Rachitis anzunehmen. Auch die Bezeichnung Rachitis adolescentium scheint ihm nur Verwirrung hervorzurufen. Allgemeine Rachitis, welche sich kundgibt durch „entzündliche“ Proliferation an den Epiphysenknorpeln mit einer relativ geringeren Kalkablagerung an der Ossifikationszone und somit Zurückbleiben der Ossifikation im Verhältnis zur Knorpelwucherung, findet sich auch nach VOGT nur in den ersten Lebensjahren. Trotzdem gibt VOGT zu, daß in vielen Fällen, auch nach dem Aufhören des allgemeinen rachitischen Prozesses, an dem einen oder anderen Skelettabschnitt Ossifikationsstörungen zurückbleiben.

Dagegen weist auch VOGT darauf hin, daß mit dem Eintritt des 7. Lebensjahres oder der zweiten Dentitionsperiode wieder eine normale Steigerung der physiologischen Ernährungs- und Wachstumsvorgänge am gesamten Skelett beginnt und längere Zeit anhält. Diese Zeit nennt VOGT die zweite Evolutionsperiode. Dieselbe geht alsdann, etwa vom 12.—14. Lebensjahre ab, in die dritte, die Pubertätsperiode über, in welcher ebenfalls eine energische Betätigung des Wachstums stattfindet. Die Erfahrung über die Häufigkeit osteomyelitischer und anderer entzündlicher Prozesse während dieser Periode in der Nähe der Ossifikationszonen beweist, daß letztere ein Punctum minoris resistentiae darstellen.

Die periodische Steigerung der Wachstumsleistung bedingt eine Herabsetzung der Widerstandskraft gegen mechanische Insulte, und es entsteht so ein Mißverhältnis zwischen Knorpelproliferation und Ossifikation. Es ist kaum möglich, aus diesen theoretischen Erörterungen eine Abschwächung der MIKULICZschen Befunde herauszulesen.

HOFFA gibt an, daß er von der MIKULICZschen Spätrachitis noch nicht überzeugt ist. Er gibt allerdings zu, daß in allen Fällen von Genu valgum adolescentium eine abnorme Weichheit der Knochen besteht, daß auch Fälle vorkommen, die sich auf rachitischer Basis entwickeln. Mehr als MIKULICZ legt er Wert auf die durch Beschäftigungen hervorgebrachten Gelegenheitsursachen, resp. auf das Hervorgehen des Genu valgum aus einer falschen habituellen Stellung, auf welche dann die Transformationskraft antwortet. LOSSEN glaubt, daß das Genu valgum adolescentium in

seinem Beginn auf infantile Rachitis zurückzuführen ist, daß alsdann ebenfalls nur die abnorme Belastung die Ausbildung der typischen Deformität zur Folge hat.

Auf weitere Zweifel, die gelegentlich gegen die Mikuliczsche Anschauung vorgebracht wurden, können wir nicht eingehen. Wir müssen auf das spezielle Kapitel verweisen.

Neuerdings hat Roos im Anschluß an die Mitteilung zweier kasuistischer Fälle, die bisher nicht umfangreiche Literatur gesichtet. Um die Diagnose Rachitis tarda zu stellen, verlangt Roos, daß jeder Fall, wie auch schon Clutton hervorhob, abgesehen von der späteren Entstehung, die hauptsächlichen klinischen Eigentümlichkeiten wie bei der infantilen Rachitis darbietet, und hierher gehört neben den Knochenverkrümmungen in erster Reihe eine erhebliche Verdickung der Epiphysen. Das Freibleiben des Kopfes erklärt sich daraus, daß hier in späterer Zeit nur noch ein verhältnismäßig geringes Knochenwachstum stattfindet. Der Umstand andereseits, daß die Extremitäten in der Pubertät wie in den beiden ersten Lebensjahren ein gesteigertes Längenwachstum aufweisen, wird von allen Autorenals Grund dafür angegeben, daß die späte Rachitis meist auf die Extremitäten beschränkt ist.

Nach Deydier hat zuerst Ollier im Jahre 1861 die Bezeichnung rachitisme tardif angewandt. Ollier teilte die Fälle ein in solche, bei denen die Krankheit wirklich zum ersten Male in der späteren Jugend (adolescence) auftrat, und in solche, bei denen die Rachitis in der früheren Jugend bereits zum Stillstand gekommen und ausgeheilt war, in der Adoleszenz aber von neuem sich zeigte (rachitisme tardif secondaire).

Die Fälle letzterer Art werden die häufigeren sein. Fälle, die in der ersten Jugend einsetzen und bis in die späteren Kinderjahre oder bis in die Pubertät hinein florid bleiben, können somit nach der Einteilung Olliers, die Roos für die eigentliche Rachitis tarda acceptiert, nicht mehr zu letzterer gerechnet werden. Man hat nun aber diesen länger dauernden aktiven Krankheitsprozeß ebenfalls als Rachitis tarda bezeichnet. Nach Roos werden Fälle dieser Art richtiger als *verschleppte Rachitis* bezeichnet. Sie gerade sind es, welche, wie Roos weiter ausführt, ein erhebliches theoretisches Interesse bieten, indem sie sehr für die ja noch nicht absolut erwiesene wirklich rachitische Natur der sogenannten Rachitis tarda sprechen. Denn wenn sich die Rachitis bis in die späteren Jugendjahre florid erhalten kann, so hält es Roos auch nicht mehr für sehr auffallend, wenn die Krankheit in jener Zeit zum ersten Male auftritt oder nach völliger Ausheilung nochmals auftritt.

Wir können somit konstatieren, daß mehrere Autoren, zu denen wir außer den Genannten auch Karewski, ferner Duplay und Levrat rechnen können, der Ansicht sind, daß *die Rachitis als eine Krankheit der* **ganzen** *Wachstumsperiode anzusehen ist.*

Wir bekennen uns ebenfalls zu dieser Meinung. Wir glauben, daß auch die Belastungsdeformitäten in der Adoleszenz eine abnorme Plastizität und Nachgiebigkeit des Skelettes voraussetzen, ferner daß einerseits das Vorkommen der Spätrachitis unzweifelhaft nachgewiesen ist, wenigstens in der Form der verschleppten Rachitis (Roos), daß andererseits eine prinzipielle Widerlegung der Annahme späterer Aeußerungen der Rachitis von keiner Seite erbracht ist. Roos weist

mit Recht darauf hin, daß es dringend wünschenswert ist, noch weitere pathologisch-anatomische, besonders mikroskopische Untersuchungen vorzunehmen, welche den rachitischen Charakter der hierhergehörigen typischen Knochenveränderungen während der ganzen Wachstumsperiode definitiv beweisen.

Auf eine interessante Beobachtung von Levrat, auf welche ich in der Arbeit von Roos aufmerksam gemacht wurde, sei noch kurz hingewiesen. Levrat fand, wie er im Jahre 1892 auf dem französischen Chirurgenkongreß mitteilte, bei 10 Kindern im Alter von 10—15 Jahren gleichzeitig Skoliose und Kropf. Die Kinder kamen aus Kropfgegenden. Bei 4 Kindern bestanden Verdickungen an den Handgelenken, bei 2 Genu valgum. Levrat ist nun geneigt, eine tardive Rachitis anzunehmen, welche mit Kropfbildung in einem Zusammenhang steht. Auch bei anderen rachitischen Affektionen beobachtete er gleichzeitig Vergrößerung der Schilddrüse, weshalb er die Fälle mit Jod behandelte. Roos bemerkt zu dieser Auffassung, daß in England, dem klassischen Land der Rachitis, Struma sehr selten ist. Das gleichzeitige Vorkommen der sogenannten habituellen Skoliose und der Struma kann ich nur bestätigen. Ich habe in den letzten Jahren alle Fälle von Skoliose, die nach Beginn der Schulzeit bei Mädchen und Knaben auftrat, auf das Vorhandensein einer Struma untersucht und konnte in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle dieses Zusammentreffen konstatieren. In vielen Fällen war die Schwellung der Schilddrüsen weder den Eltern noch den Erkrankten aufgefallen, da in der Regel die Kropfbildung klein bleibt und nur eine diffuse Anschwellung verursacht. Später bildet sich letztere wieder vollständig zurück, so daß man nicht behaupten kann, daß bei Erwachsenen Kropf in Unterfranken eine häufig vorkommende Erkrankung darstellt. Zuweilen hört man die Bemerkung, daß die Mutter eines oder einer Skoliotischen in der Jugend an einem kleinen Kropf gelitten habe, der sich aber wieder zurückgebildet habe. Ausgesprochene Struma findet sich ferner auch in sehr vielen Fällen, in denen Kinder schwere Rachitis überstanden haben und mit multiplen Deformitäten behaftet sind. Es kann somit wohl behauptet werden, daß ein Zusammenhang zwischen Rachitis und Kropfbildung besteht, und daß das häufige Zusammentreffen der sogenannten habituellen Deformitäten mit der Struma als ein weiterer Beweis dafür, daß es sich bei jenen Deformitäten um verspätete Aeußerungen der Rachitis handelt, aufzufassen ist.

Osteomalacie.

Unter Osteomalacie verstehen wir eine von den Markräumen aus langsam fortschreitende Erweichung und Resorption der ausgewachsenen Knochen. Die kalkhaltigen Knochenbälkchen werden vom Rande her mehr und mehr entkalkt. Es entsteht dadurch kalkfreie Knochengrundsubstanz (Osteoid), welche in Form von sogenannten osteomalacischen Säumen dem noch kalkhaltigen Knochen anliegen.

Der einfache Schwund der Kalksalze, wobei die kalkfreie Knochengrundsubstanz zunächst noch erhalten bleibt, wird Halisteresis ossium genannt. Er unterscheidet sich von der lakunären Arrosion, bei welcher Kalksalze und Knochengrundsubstanz gleichzeitig resorbiert werden. Als sichere Zeichen beginnender Entkalkung werden die sogenannten Gitterfiguren (v. Recklinghausen) im mikroskopischen Bild betrachtet. Diese stellen neue Kanälchen und Spalträume in der Knochengrundsubstanz dar („Inter-

fibrillärräume und Interlamellärspalten") und bilden eigentümliche, unregelmäßig gestaltete, federfahnenartige oder gitterförmige Zeichnungen. Sie entstehen durch Lösung der zwischen den lamellären Fasern der Grundsubstanz des Knochens befindlichen Kittsubstanz und Zerfaserung der kalklosen Intercellularsubstanz. Mit den Ausläufern der Knochenkörperchen, zu denen sie genetisch nicht in Beziehung stehen, treten sie in Verbindung.

An die Stelle der osteoiden Substanz tritt schließlich ein fibrilläres Bindegewebe mit Resten des osteoiden oder auch kalkhaltigen Knochens und mit Blutgefäßen. Das Bindegewebe zerfällt, der Knochen wird mehr und mehr rarefiziert, die Markräume erweitern sich. Das Knochenmark ist hyperämisch (arterielle Kongestion nach v. Recklinghausen), lymphoid, fettreich. Dasselbe spielt bei der Erkrankung eine große aktive Rolle, indem es gegen das Knochengewebe vordringt, demselben die Kalksalze entzieht und die Auflösung der entkalkten Knochengrundsubstanz bewirkt. Meist leistet die äußerste Knochenrinde einen stärkeren Widerstand und kann sich längere Zeit erhalten.

In älteren Fällen ist das Mark oft weniger hyperämisch, und es findet sich dann Fett- oder Gallertmark, welches weniger zerstörend wirkt, aber sich auch wieder in hyperämisches Mark umwandeln kann.

Während also bei der Rachitis das Osteoid in der Hauptsache unverkalkte neugebildete Knochensubstanz darstellt, handelt es sich bei der Osteomalacie um entkalkte alte Knochensubstanz. Hervorzuheben ist aber, daß einerseits bei der Rachitis auch eine Resorption von Knochensubstanz, andererseits bei der Osteomalacie auch eine Neubildung von Osteoid durch Osteoblasten stattfindet. Nach v. Recklinghausen lassen sich, wie erwähnt, kalklose Zonen osteoider Substanz dadurch als Anbildungen neuen Knochens charakterisieren, daß in ihnen Sharpeysche perforierende Fasern nachzuweisen sind. So findet nach v. Recklinghausen Neubildung statt an Stellen, wo sich die Knochen infolge der Belastung verbiegen, oder wo Teile des Skelettes auf Zug beansprucht werden, z. B. am Ansatz der Muskeln, Sehnen und Bänder, also an den Stellen stärkster Pressung und Zerrung. An Frakturstellen ist eine lebhafte Tendenz zu Knochenneubildung zu erkennen. Aber die Kallusbildung ist ebenfalls kalkarm. Im Beginn der Erkrankung heilen Frakturen noch knöchern, später aber fibrös, oder es zeigt sich überhaupt keine Tendenz zur Heilung. Anfangs ist der Knochen auch brüchig, weshalb in den Anfangsstadien leicht Frakturen zu stande kommen. Wenn die Knochen biegsamer und weicher geworden sind, so sind auch die Verbiegungen häufiger als die Frakturen.

Im Röntgenbild eines osteomalacischen Knochens zeigt sich deutlich die Auflösung des Knochens, ferner eine fleckige, alveoläre Zeichnung der Struktur des kalklosen Knochens, scharfe Konturierung der dünnen Rinde, sowie eine wurmförmige Zusammenziehung an den weichsten Stellen und eine deutliche Schrumpfung (Fig. 15).

Tritt Heilung der Osteomalacie ein, so verwandelt sich das osteoide Gewebe wieder in Knochengewebe, und zwar so, daß nach Ribbert zuerst in den zentralen Teilen Kalkablagerung stattfindet. Der geheilte Knochen zeigt ähnlich wie bei der Rachitis ein sklerotisches Gefüge.

Man unterscheidet eine puerperale und eine nicht puerperale Form der Osteomalacie. Bei der puerperalen beginnt

die Erkrankung am Becken und kann hier lokalisiert bleiben. In schlimmeren Fällen schreitet sie auf die Wirbelsäule und den Brustkorb fort, wo sie mit geringerer Intensität auftritt. Wiederholt sich die Gravidität, so entsteht regelmäßig eine neue Exacerbation. Die nicht puerperale Form beginnt meist an den unteren Extremitäten, seltener am Schädel.



Fig. 15. Osteomalacischer Oberschenkel im Röntgenbild.

Die Aetiologie der Erkrankung ist noch unbekannt. Einige Autoren betrachten als Ursache der Erkrankung der Knochensubstanz die Einwirkung von Milchsäure, welche im Harn und in den Knochen gefunden wurden. Andere Autoren waren aber nicht im stande, Milchsäure nachzuweisen.

Die Krankheit befällt hauptsächlich die niederen Volksklassen. Auffällig ist die starke Bevorzugung des weiblichen Geschlechtes. Im allgemeinen gilt Osteomalacie als eine selten vorkommende Krankheit, wenn auch nicht mehr als so selten, wie man früher angenommen hat, weil man auch leichtere Fälle jetzt besser erkennt. Die beiden größten Statistiken stammen von Litzmann, welcher im Jahre 1861 131 Fälle, und von Durham, der im Jahre 1864 145 Fälle zusammenstellte. In manchen Gegenden Deutschlands, z. B. in der Rheinebene und in Süddeutschland, ist sie häufiger. Endemisch soll sie auftreten in einzelnen Regionen der Schweiz, von Oberitalien und Oesterreich.

Die nicht puerperalen pflegen schwerer zu verlaufen als die puerperalen. Bei letzteren ist die Prognose ungünstig. Nach Vierordt sind wir jedoch berechtigt, die Krankheit, solange sie noch nicht zu schweren Veränderungen und zu gleichmäßigem Vorschreiten gediehen ist, als heilbar anzusehen.

Die klinischen Erscheinungen beginnen mit dumpfen Schmerzen in den ergriffenen Knochen. Bewegungen steigern gewöhnlich die Schmerzen, ebenso längeres Verharren in einer bestimmten Lage. Aus letzterem Grund sind oft die Schmerzen besonders Nachts sehr stark. Auch bei direktem Druck auf die Knochen oder bei Druck

auf entferntere Stellen sind die Knochen schmerzhaft. Neuralgien sind nicht selten. Zuweilen besteht eine hochgradige nervöse Erregbarkeit und Hyperästhesie der Haut. Hierzu treten in seltenen Fällen tonische und klonische Krämpfe. Im Zusammenhang mit diesen Erscheinungen steht die immer mehr abnehmende Fähigkeit der willkürlichen Bewegungen. Bei der puerperalen Form tritt Schwäche, Ermüdung und Steifigkeit der Beine ein, der Gang wird watschelnd, die Haltung ist gebeugt und die Schritte sind klein. Das Sitzen wird allmählich schmerzhafter, das Becken verändert seine Form, und die Wirbelsäule wird kyphotisch. Die Körperlänge nimmt infolgedessen ab. Schließlich verkrümmen sich auch die Extremitäten (Fig. 16). Fieber ist in der Regel nicht vorhanden, wenn nicht am Schluß infolge von Abmagerung und Erschöpfung ein hektisches Fieber sich einstellt.



Fig. 16. Osteomalacisches Skelett (aus dem Pathologisch-anatomischen Institut zu Würzburg).

Die Dauer der Krankheit erstreckt sich auf die Zeit der Schwangerschaft oder bei nicht puerperalen Erkrankungen auf 2—10 Jahre, soweit sich dies nach der bisherigen Literatur beurteilen läßt.

Auf die einzelnen Formen der osteomalacischen Verkrümmungen werden wir in dem Kapitel über die Pathogenese der Deformitäten zu sprechen kommen.

Die Osteomalacie, wie wir sie bis jetzt beschrieben haben, wird auch als echte, reine oder ausgesprochene Osteomalacie bezeichnet im Gegensatz zur senilen Osteomalacie und zur Knochenerweichung aus anderen Gründen. Man hat die erstere Form in der älteren, durch Lobstein, ferner durch Virchow, O. Weber, Rokitansky und Litzmann beeinflußten Literatur streng von der Rachitis getrennt. Auch Kliniker, wie Vierordt, sind der Meinung, daß Osteomalacie und Rachitis auf das strengste auseinanderzuhalten sind. Vierordt betont, daß die Gleichartigkeit des pathologisch-anatomischen Vorganges noch nicht als ausschlaggebend anzusehen ist für die Frage, ob beide Krankheiten in ihrem Wesen eins sind. Indes zeigt doch die neuere Literatur, daß man seitens der pathologischen Anatomen geneigt ist, die Schranke, welche die beiden Krankheiten prinzipiell scheidet, fallen zu lassen.

Bei der mikroskopischen Untersuchung ist die Schwierigkeit, zu bestimmen, ob das vorhandene Osteoidgewebe neugebildetes oder in regressiver Metamorphose begriffenes Gewebe darstellt, noch nicht überwunden.

Schon COHNHEIM hat behauptet, daß es sich bei der Osteomalacie nicht um Entkalkung älteren Knochengewebes, sondern um Resorptionsvorgänge an demselben handelt, an welche sich eine Neubildung osteoiden Gewebes anschließt. Ferner hat auch POMMER die Ansicht ausgesprochen und durch wertvolle Untersuchungen gestützt, daß zuerst eine Atrophie des Knochens stattfindet und dann erst eine Anbildung neuer, nicht verkalkender Knochensubstanz. Die Atrophie ist darauf zurückzuführen, daß bei der auch nach Abschluß des normalen Knochenwachstums noch fortwährend stattfindenden Apposition und Resorption des Knochens die Resorption überwiegt und die Neuanlagerung im Verhältnis mehr zurückbleibt. POMMER kommt deshalb zu der Vermutung, daß die Osteomalacie und die Rachitis zusammengehören und zum mindesten zwei sehr nahe verwandte Krankheiten sind.

ORTH macht darauf aufmerksam, daß freilich das mikroskopische Bild der Osteomalacie von dem der Rachitis wesentlich verschieden sei, denn es fehlen vor allem die Epiphysenknorpelveränderungen, aber auch der Epiphysenknorpel selbst. Sonst aber stimmen die Befunde überein. Deshalb, und weil ein Beweis dafür, daß das Osteoidgewebe bei der Osteomalacie durch eine von der Markhöhle aus fortschreitende Entkalkung entsteht, nicht aber als unverkalktes neugebildetes Kochengewebe aufzufassen ist, absolut nicht erbracht werden kann, so möchte ORTH ebenfalls annehmen, daß man es mit einer Störung der Anbildung bei vermehrter Resorption zu tun hat. Die Tatsache, daß bei Brüchen osteomalacischer Knochen sämtlicher Kallus kalkfrei bleibt, beweist, daß die Entkalkungstheorie zur Erklärung der Veränderungen nicht ausreicht. Daß ferner bei der Osteomalacie wiederum wie bei der Rachitis eine verstärkte Resorption vorkommt, beweist die starke Osteoporose, welche sowohl am spongiösen wie am kompakten Gewebe eintreten und in Verbindung mit einer schleimigen Erweichung des Markes zu einer cystischen Umwandlung des Knochens führen kann. Damit erkennt ORTH auch die Zugehörigkeit der später zu erwähnenden Ostitis fibrosa an.

Auch ZIEGLER tritt neuerdings für die Annahme ein, daß Rachitis und Osteomalacie einander näher stehen, als gewöhnlich angenommen wird. Neben der Entkalkung von altem Knochen erkennt ZIEGLER bei der Osteomalacie eine osteoide Gewebsneubildung an, welche hier wie dort durch eine zellig-fibröse Wucherung des Periostes und des Endostes eingeleitet wird. Das osteoide Gewebe entsteht innerhalb dieses Gewebes durch metaplastische Vorgänge. Die Neubildung vollzieht sich somit bei der Rachitis in derselben Weise wie bei der Osteomalacie. Dabei wird im Innern des Knochens das Mark durch die von der bindegewebigen Bedeckung der Knochenbalken ausgehende fibröse Gewebsneubildung verdrängt. Bei der Rachitis tritt die Bildung von osteoidem Gewebe in den Vordergrund und die Resorption erfolgt hier durch Osteoklasten, weniger durch Halisterese.

Welche Ursachen die Rachitis und Osteomalacie des Menschen haben, läßt sich auch nach ZIEGLER zur Zeit nicht sagen. Wahrscheinlich ist, daß die Erkrankungen des Periostes und des Endostes durch toxisch wirkende Schädlichkeiten zu stande kommen. Diese Annahme wird durch experimentelle Untersuchungen von MORPURGO unterstützt. Dieser Autor beobachtete bei weißen Versuchsratten das epidemieartige Auftreten von Osteomalacie. Aus den Organen der Ratten züchtete er einen Diplococcus, dessen Einimpfung bei alten Ratten eine teils der Osteomalacie, teils der fibrösen Ostitis, bei jungen Ratten eine der Rachitis entsprechende Knochenkrankheit erzeugte.

Klinischerseits war es Kassowitz, welcher dafür eintrat, daß die Osteomalacie als Rachitis der Erwachsenen aufzufassen sei.

Infantile Osteomalacie.

Getrennt von dieser Frage der eventuellen Identität der Rachitis und Osteomalacie ist die der Osteomalacia infantilis, gewissermaßen ein Gegenstück, wie Roos sagt, zu der Frage nach dem Vorkommen einer spät sich entwickelnden Rachitis, aufzufassen.

Die ersten klinischen Mitteilungen stammen von Rehn und Siegert, die ersten pathologisch-anatomischen Untersuchungen von v. Recklinghausen. Letzterer war es hauptsächlich, welcher eine infantile Form der Osteomalacie von der Rachitis abgrenzte und eine Reihe von Veränderungen als für diese Krankheitsform bezeichnend beschrieb. Er fand sowohl an Knochen erwachsener Osteomalacischer allerhand Deformitäten, welche, nach ihrer ganzen Gestaltung zu urteilen, schon aus der Wachstumsperiode herstammten, als auch an Knochen jugendlicher Individuen gewisse Veränderungen der Struktur der Knochen, welche den osteomalacischen vollständig gleichen. Dahin gehören a) eine unverhältnismäßig große Markhöhle und eine relativ dünne Knochenrinde, b) an dieser Compacta oft eine Lamellenbildung oder gar eine ausgesprochene Porosität, c) eine tubulöse Anordnung der Spongiosa der Epiphysen und der kurzen Knochen, d) ein ungewöhnlich frühzeitiges Auftreten von Fettmark. Bei Individuen jenseits der Pubertätsjahre fand v. Recklinghausen auch Zeichen einer Störung der enchondralen Knochenbildung, und zwar eine Hypoplasie. Darauf kann ein eventuelles Zurückbleiben des Längenwachstums bis zur Zwergbildung zurückgeführt werden.

Bei den ausgeprägten Formen der infantilen Osteomalacie fehlen den Knochen die genuinen rachitischen Proliferationszonen der Knorpel entweder gänzlich, oder diese erscheinen nur schwach vergrößert. Die typische Auftreibung der Epiphyse fehlt.

Die mikroskopischen Strukturen des kindlichen malacischen Knochens fand v. Recklinghausen ebenfalls übereinstimmend mit denen, welche am erwachsenen Knochen bei richtiger Osteomalacie zu finden sind, nämlich:

1) die bekannten malacischen, d. h. osteoiden oder kalklosen Zonen,
2) die perforierenden (Volkmannschen) Kanäle,
3) die Gitterfiguren.

Die drei Dinge verlaufen miteinander und treten proportional mit der Biegsamkeit des Knochens auf.

Bei der infantilen Osteomalacie herrschen demnach wie in der reinen Osteomalacie die Resorptionsvorgänge am bereits fertigen Knochen vor, während die Neubildung der Tela ossea in den Hintergrund tritt. Bei der Rachitis dagegen sind die Proliferationsvorgänge am periostal wie am enchondral heranwachsenden Knochengewebe gesteigert. Nach v. Recklinghausen können beide Erkrankungen auch nebeneinander auftreten, so daß wir drei Formen der Knochenerweichung im Kindesalter unterscheiden können, nämlich reine Rachitis, Rachitis mit Osteomalacie und reine Osteomalacie.

Es ist nicht eine kleine Gruppe von Erkrankungen, auf welche nach der Meinung v. Recklinghausens das Vorkommen der infantilen

Osteomalacie begrenzt ist, sondern die Erkrankung kann sich auf alle Deformitäten der Wachstumsperiode schon vom 3. Lebensjahre an erstrecken. Die makroskopischen Veränderungen, welche den infantilen, puerperalen und auch der senilen Osteomalacie gemeinsam sind, werden von v. Recklinghausen genau geschildert. Er erwähnt das Tiefertreten des Kopfes des Oberschenkelknochens, die Auswärtsdrehung seiner Kondylen, die Schiefheit des Tibiakopfes beim Genu valgum und die scheinbare Verbreiterung der Gelenkenden, ferner die Abbiegung und Verdickung des oberen Drittels des Humerus, sowie die bogenförmigen Krümmungen der Diaphysen der Schenkel- und Armknochen.

An den platten Knochen äußert sich die Deformation durch Umbiegung, wie am Schulterblatt des medialen Randes nach vorn, ferner an der Beckenschaufel, an den Hinterhauptknochen und der Schädelbasis (Kopfform des Chamaecephalus durch Impression der Schädelbasis), oder durch Aufbiegung, wie an den Darmbeinschaufeln. Ferner erwähnt v. Recklinghausen als Folge infantiler Osteomalacie die Craniotabes mit der Abflachung des Hinterkopfes, die sonstigen Veränderungen des Schädels (langes Bestehenbleiben der Nähte, Auftreten von Schaltknochen, das Vorwiegen der Brachycephalie, die tête carrée), die Kyphoskoliose mit entsprechender Difformität des Brustkorbes, das pseudo-osteomalacische Becken. Schließlich rechnet er zu den osteomalacischen Veränderungen auch die Platyknemie, die Platyporonie und die Abplattung der Vorderarmknochen, welche auch ohne diaphysäre Verkrümmung, und zwar durch Dehnung und Verziehung des wachsenden Knochens, entstehen können. Die Lineae, Cristae und Tuberositates sind an diesen Knochen stark ausgeprägt infolge der auf den Knochen durch Fascien, Ligamenta intermuscularia und Gelenkbänder ausgeübten Zugspannung.

Als von Recklinghausen seine Präparate auf der 69. Versammlung der Naturforscher und Aerzte demonstrierte, konnte sich schon Ziegler nicht entschließen, anzunehmen, daß im Kindesalter neben der Rachitis noch eine Osteomalacie vorkommt. Er hielt deshalb die von v. Recklinghausen geschilderten Veränderungen für rachitische. Er wies damals darauf hin, daß eine Halisterese, wie sie bei der Osteomalacie des höheren Alters vorkommt, bei der Rachitis nicht zu finden sei, sondern eine Knochenresorption unter Bildung von Osteoklasten und Howshipschen Lakunen. Was v. Recklinghausen kindliche Osteomalacie nenne, sei Rachitis, bei welcher die Störung im Gebiete der periostalen Ossifikation gegenüber der Störung der endochondralen Ossifikation in den Vordergrund tritt. Virchow bemerkte in der gleichen Sitzung, daß man in gewisser Beziehung von einer Rachitis adultorum sprechen könne.

Von klinischer Seite hat neuerdings wiederum Roos in einem Falle die Frage aufgeworfen, ob die vorhandene Knochenerkrankung im Kindesalter als Osteomalacie oder als Rachitis aufzufassen sei. Der Fall von Roos erinnert in mehrfacher Hinsicht an Osteomalacie. Roos weist mit Recht darauf hin, daß das Ineinanderübergehen der Krankheitserscheinungen von Rachitis und Osteomalacie in seinem Fall die Wahrscheinlichkeit der Verwandtschaft der beiden Prozesse vergrößern. Auch His beschrieb einen Fall, den er der kindlichen Osteomalacie zuzurechnen geneigt ist.

Wer auf dem Standpunkte Julius Wolffs von der rein oder doch vorwiegend funktionellen Pathogenese der in den späteren

Wachstumsjahren auftretenden Deformitäten steht, wird diesen pathologisch-anatomischen Untersuchungen noch kein großes Gewicht beilegen können. Für diejenigen aber, welche ein konstitutionelles Leiden für die genannten Deformitäten annehmen zu müssen glauben, vermindert sich durch diese bemerkenswerten Aeußerungen von seiten der pathologischen Anatomen die Gefahr, einer allzu hypothetischen Auffassung geziehen zu werden. Ob freilich die Sache schon so weit gediehen ist, wie DEUTSCHLÄNDER will, der die Anschauung v. RECKLINGHAUSENS unbedingt anerkennt, ist noch eine andere Frage. Ich entnehme aber auch aus den Ausführungen DEUTSCHLÄNDERS wie sehr es den Orthopäden daran gelegen ist, ein wirkliches anatomisches Substrat, dessen Suchen J. WOLFF so verpönt hat, kennen zu lernen, ferner daß die WOLFFsche Lehre allmählich stark ins Schwanken geraten ist. Vorläufig sind es aber immerhin noch drei Möglichkeiten, die bei der Entstehung der Deformitäten im späteren Kindesalter vorhanden sein können.

Es handelt sich nämlich, wie schon erwähnt, entweder um die Spätäußerung der Rachitis oder um die Frühäußerung der Osteomalacie, oder, was das Wahrscheinlichste ist, um eine Mittelform ein und derselben Krankheit.

Für die letzte Annahme, bei welcher Rachitis und Osteomalacie zusammengeworfen werden, entscheide ich mich aus dem Grunde leichter, weil ich glaube, in einem klinischen Fall das Ineinandergreifen beider Prozesse beobachtet zu haben. Ich hatte Gelegenheit, bei einer jungen Dame eine sog. habituelle Skoliose zu behandeln. Fälle leicht verlaufender Rachitis waren in der Ascendenz mütterlicherseits vorhanden. Die Skoliose war nicht hochgradiger Natur. Mit dem 21. Lebensjahre verheiratete sich die junge Dame. Im Verlaufe der ersten Gravidität verschlimmerte sich die Skoliose unter Schmerzen im Becken und in der Wirbelsäule. Im 24. Lebensjahre hat die Patientin zum zweiten Male entbunden. Auch diesmal verlief die Schwangerschaft unter Schmerzen an den gleichen Stellen, und zwar stärker als das erste Mal. Beide Kinder sind rachitisch. Heute hat die Patientin, die jetzt 32 Jahre alt ist, eine Kyphoskoliose stärkeren Grades. Der Rumpf ist verkürzt, und die Patientin ist wesentlich kleiner geworden. Ein einzelner Fall beweist freilich nichts, aber ich vermute, daß derartige Fälle nicht isoliert sind. VIERORDT bemerkt, daß man häufig Spuren alter Rachitis bei Osteomalacischen gefunden habe, und daß man noch häufiger die Rachitis bei Kindern osteomalacischer Mütter habe eintreten sehen. Er selbst habe eine Familie in Beobachtung, wo die Mutter an mäßig schwerer Osteomalacie leidet und alle Kinder prompt an intensiver Rachitis erkranken. Aber man müsse die Häufigkeit der Rachitis in Rechnung ziehen und insbesondere bedenken, daß, wo Osteomalacie herrscht, auch die Rachitis grassiert. Mir scheint dieser Hinweis vom klinischen Standpunkt aus immerhin als ein sehr bemerkenswerter.

Man hat auch behauptet, daß ähnliche Vorgänge wie bei der Osteomalacie, nur geringeren Grades, häufig während der Gravidität vorkommen und deshalb vermutet, daß die puerperale Osteomalacie nur eine exzessive Steigerung dieser Vorgänge darstelle.

Senile Osteomalacie.

Die senile Osteomalacie ist nichts anderes als die nicht puerperale Osteomalacie, wenn sie im vorgerückten Lebensalter vorkommt. Deshalb wird auch von v. RECKLINGHAUSEN u. a. die Osteomalacie nach ihrem Vorkommen eingeteilt in die infantile, die puerperale und die senile. Voraussetzung für die Annahme einer senilen Osteomalacie ist natürlich auch wiederum der Nachweis eines halisterischen Knochenschwundes, der mit abnormer Weichheit des Knochens einhergeht.

Osteoporose, Atrophie.

Nicht zu verwechseln hiermit ist die senile Osteoporose, bei welcher die Knochen abnorm leicht, brüchig und spröde sind; diesen Zustand bezeichnet man auch als Osteopsathyrosis.

Die Osteoporose ist keine Erkrankung sui generis, sondern sie bedeutet nur die vermehrte Porosität der kompakten und spongiösen Knochensubstanz infolge von Rarefizierung des Knochengewebes. Hierbei werden durch fortschreitende Resorption auf dem Wege der lakunären Arrosion (nicht der Halisterose) in der spongiösen Substanz die Bälkchen dünner und an Zahl vermindert, die Kanäle und Hohlräume der Compacta erweitern sich, die HAVERSschen Kanäle werden markraumartig zu HAVERSschen Räumen. Findet die Resorption von außen her statt, wobei sich der Knochen verdünnt oder im ganzen kleiner wird, so spricht man von konzentrischer Atrophie. Findet dagegen die Resorption im Innern des Knochens von der Markhöhle her statt, wobei die Markhöhle auf Kosten der Rinde erweitert oder selbst cystisch verändert wird, so spricht man von exzentrischer Atrophie.

Da Osteoporose bei verschiedenen Zuständen vorkommt und Osteopsathyrosis ihr Begleiter ist, so spricht man auch von symptomatischer Osteopsathyrosis. Die genannten Zustände sind seniler und nicht seniler Marasmus, konstitutionelle Leiden (Rachitis, Osteomalacie), ferner Entzündungen, neurotische Atrophie oder auch Infiltration mit Geschwulstmassen. Daneben unterscheidet man auch eine idiopathische Osteopsathyrosis ohne bekannte Aetiologie.

Es handelt sich somit bei der Osteoporose um eine Atrophie der Knochensubstanz und man bezeichnet deshalb die senile Osteoporose auch als senile und marantische Atrophie, oder kurzweg als Altersatrophie.

Die senile Atrophie äußert sich besonders stark an den platten Knochen am Schädel, am Schulterblatt und am Becken, ferner den Knochen des Gesichtes (Ober- und Unterkiefer), welche stark atrophieren können. Besonders stark sind die Stellen befallen, welche von Muskeln nicht bedeckt oder von Sehneninsertion frei sind. Aber auch die Extremitätenknochen und die spongiösen Wirbelkörper werden abnorm leicht, porös, brüchig und sind in stärkeren Graden leicht eindrückbar („wurmstichig" KAUFMANN), aber niemals weich, wie bei der Osteomalacie. An den Extremitäten können durch Verletzungen wohl Difformitäten an den Knochen entstehen. Dieselben sind aber meist atypisch und deshalb verschieden von den eigentlichen Deformitäten.

Nur die Wirbelsäule verändert sich in typischer Form, welche wir als Alterskyphose bezeichnen. Die Wirbelsäule sinkt zusammen, wird im ganzen kleiner und im oberen Abschnitt derselben entsteht ein kyphotischer Buckel mit entsprechender Veränderung des Thorax. Die Kyphose kann mit Skoliose kombiniert sein, doch gewinnt erstere stets die Ueberhand.

An aufgesägten porotischen Knochen ist gewöhnlich die Architektur sehr übersichtlich gestaltet, da ein Teil der Knochenbälkchen übrig bleiben muß, um den mechanischen Anforderungen zu genügen, und deshalb gewissermaßen eine Auslese aus dem typischen Balkensystem stattfindet, welche dasselbe leichter erkennen läßt.

Ostitis deformans.

Arthritis deformans.

Wie bei der Osteomalacie, so geht auch bei der Ostitis deformans oder Ostitis fibrosa halisterischer Knochenschwund mit Knochenneubildung, zunächst in Form des osteoiden Gewebes, einher. v. Recklinhgausen nimmt deshalb ebenfalls eine allgemeine Knochenerkrankung an, welche ihrem ganzen Verlauf nach von der Osteomalacie kaum zu unterscheiden sei. Auch bei dieser Form der Knochenerweichung kommt es zu starken Verunstaltungen, worauf die Bezeichnung Ostitis deformans zurückzuführen ist. Ostitis fibrosa wird die Erkrankung wegen des fibrösen Aussehens des Knochenmarkes genannt. Nach Ziegler ist letzteres auf übermäßige Wucherung des inneren Periostes, die auch bei Rachitis und Osteomalacie zu beobachten ist, zurückzuführen. Nach v. Recklinghausen geht die Produktion des fibrösen Gewebes vom Knochengewebe und dem zugehörigen Knochenmark aus, während das äußere Periost unbeteiligt ist. v. Recklinghausen nennt deshalb die Krankheit Ostitis fibrosa osteoplastica. Die fibröse Umwandlung des Knochenmarks kann so weit gehen, daß der Eindruck eines Fibroms entsteht. Zuweilen entstehen im Knochen charakteristische, glattwandige Cysten mit serösem Inhalt oder sarkomartige Wucherungen.

Als eine spezielle Abart der Osteomalacie wurde die Erkrankung wegen der starken Verdickung und der tumorartigen Auftreibung der befallenen Knochen, welche dadurch hypertrophisch erscheinen, aufgefaßt. Die ganze Metamorphose der Knochen hat, wie sich v. Recklinghausen ausdrückt, vorwiegend den Charakter der Proliferation, nicht den des Zerfalles oder des Rückganges. v. Recklinghausen spricht außerdem von einer hyperplasierenden Entzündung infolge von Reizungsvorgängen, welche Kongestionen im Knochenmark hervorrufen und letzteres zur osteoplastischen Tätigkeit anregen. Zwar kommen diese Kongestionen auch bei der reinen Osteomalacie vor, aber ohne die hypertrophischen Erscheinungen. Der Unterschied liegt nach v. Recklinghausen darin, daß bei der reinen Osteomalacie der Knochenschwund überwiegt, bei der fibrösen Ostitis mit Deformation der Knochenschwund durch die Anbildung neuer Tela ossea aufgewogen, ja sogar übertroffen wird. Ein noch erheblicheres Uebergewicht des Anbaues tritt bei den osteoplastischen Krebsen hervor, bei denen v. Recklinghausen ebenfalls Paralleluntersuchungen vorgenommen hat. Können wir nun nach v. Recklinghausen die deformierende Ostitis und die osteoplastische Carcinose hyperplasierende Entzündungen nennen, so wäre die reine Osteomalacie den atrophierenden Entzündungen anzureihen.

Nach Stilling unterscheidet sich die Ostitis deformans von der Osteomalacie durch die größere Ausdehnung der Resorptionsprozesse und die beträchtliche Anbildung junger Knochensubstanz. Nach Stilling erfolgt der Abbau wie bei der rarefizierenden Ostitis. Dem steht aber die enorme Wucherung neuer kalkloser Schichten gegenüber, welche die Biegsamkeit des Knochens bedingen.

Die Erkrankung ist selten und kommt nach Paget bei Individuen jenseits der 40er Jahre vor. Vielfach wurde ein sehr hohes Alter konstatiert. Zum ersten Male wurde sie im Jahre 1876 von Czerny beschrieben. James Paget faßte sie im Jahre 1876 als eigene Erkrankung

auf, weshalb sie gelegentlich auch als PAGETsche Knochenkrankheit bezeichnet wird. Von jeher ist die Beziehung zu Osteomalacie und anderen Erkrankungen lebhaft diskutiert worden, ohne daß es bis jetzt zu einer Uebereinstimmung der Autoren hinsichtlich des eigentlichen Wesens gekommen ist. Es ist deshalb auch eine andere Definition des Leidens als die einer in höherem Alter entstehenden langsamen und stetig zunehmenden Erweichung mit Verkrümmung und Verdickung hauptsächlich derjenigen Knochen, die vorwiegend die Last des Körpers zu tragen haben, nicht möglich.

Befallen sind gewöhnlich die langen Röhrenknochen der Beine, insbesondere die Tibiae, ferner die Wirbelsäule, weniger oft der Schädel, der Unterkiefer, das Becken, die Rippen, das Brust- und das Schlüsselbein. Meist etabliert sich die Krankheit in mehreren Knochen des Skelettes.

In einem von KÜSTER beschriebenen Falle fand sie sich jedoch beschränkt auf einen Oberschenkel, in einem Falle von KOCKEL auf beide Oberschenkel. Nach KAUFMANN findet sich die isolierte Erkrankung etwas häufiger an der Tibia. Klinisch beginnen die Erscheinungen wie bei der Osteomalacie unter Schmerzen, die aber weniger hochgradig werden. Oft fehlen die Schmerzen ganz.

Diejenigen Abschnitte der Röhrenknochen und diejenigen kurzen spongiösen Knochen, welche am meisten zu tragen haben, sind nach v. RECKLINGHAUSEN am meisten betroffen, also die Beine und die Wirbelsäule. Es tritt an diesen Stellen eine allmählich zunehmende Verdickung, knotige Mißstaltung und Verkrümmung ein. Die Patienten werden kleiner, die Wirbelbasis kann in die Schädelhöhle hineingedrängt werden.

Es können also dieselben Erscheinungen wie bei der Osteomalacie auftreten, wobei aber wiederum zu betonen ist, daß bei der Ostitis deformans auch an den Schädelknochen stärkere Verdickung vorkommt. Der Anbau neuer Substanz, auch neuer Tela ossea, ist überall, wo der Prozeß herrscht, so stark, daß zwar die äußere Gestalt der Knochen über das normale Volumen hinausgeht, aber doch eine erhebliche Reduktion der Gesamtlänge des Körpers eintreten kann. Die Arme sind alsdann im Verhältnis zum übrigen Körper zu lang.

Sowohl die bei der Osteomalacie als die bei der fibrösen Ostitis nachzuweisenden Veränderungen werden, wie wir gehört haben, als entzündliche Veränderungen bezeichnet, welche ihren Ausgang am kapillaren Gefäßapparat haben. Aber diese entzündlichen Kongestionen stellen nur das einleitende Moment dar. Es wird indes auch anerkannt, daß diesen Erscheinungen ein prädisponierendes Moment vorausgehen müsse, welches in der Schwächung oder spezifischen Empfindlichkeit zu suchen ist. Vielleicht handelt es sich um Zustände verschiedenartiger Aetiologie. Neuerdings wurde die Ostitis deformans mit der Syphilis in Zusammenhang gebracht (cf. unten Fig. 25). Da aber Ostitis deformans auch unter dem Bilde der Sarkomatose auftritt, so kann vorläufig Syphilis noch nicht als einzige Aetiologie aufgefaßt werden.

Nach RICHARD ist pathologisch-anatomisch Ostitis deformans identisch mit Arthritis deformans. Dagegen unterscheidet ZIEGLER zwei Formen der Ostitis deformans, erstens die mit halisterischem Knochenschwund einhergehende, die wir soeben geschildert haben, und zweitens die im höheren Alter oder

prämatur vornehmlich an den Gelenkenden einzelner oder mehrerer Knochen auftretende progressive Atrophie, verursacht durch lakunären Knochenschwund. Von der Altersatrophie unterscheidet sich diese Form dadurch, daß auch, wahrscheinlich als Heilungsvorgänge bei Defekten und Einknickungen, Neubildungsvorgänge und Verbiegungen vorkommen. Schwund und Neubildung können sowohl an der Oberfläche als im Innern des Knochens auftreten. Obwohl Spongiosabalken zum Teil total verschwinden, kommt es im Innern des Knochens nur selten zur Verflüssigung des Markes und zur Cystenbildung und das Leiden trägt hauptsächlich den Charakter der Osteoporose. Ein klassischer Ort ist der Schenkelhals, der die Erscheinungen der senilen Coxa vara darbietet (Fig. 17b). Auch am oberen Ende des Humerus kommen ähnliche Erscheinungen vor (Fig. 17a, 18a).



a b

Fig. 17a und b.



a b

Fig. 18. a Humerus varus, b normaler Humerus.

Gelenkveränderungen bleiben hierbei in der Regel nicht aus und führen am Hüftgelenk zu einer typischen hyperplastischen Form der Gelenkentzündung, die man als Malum coxae senile bezeichnet (Fig. 19).

Auch am Kniegelenk können Deformitäten auftreten infolge Erweichung der Gelenkenden. Es ist begreiflich, daß bei diesem Zustand auch leicht Frakturen oder Infraktionen vorkommen. Die Architektur auf dem Durchschnitt ist äußerst arm an Knochenbälkchen.

Kürzere Knochen, wie die Wirbelkörper, werden im ganzen deformiert. Im Gefolge des Knochenschwundes bilden sich hier gern an der Oberfläche der Wirbelkörper flache oder höckerige Auflagerungen auf, welche wall- oder brückenartig die einzelnen Wirbelkörper, gewöhnlich an der Vorderfläche, verbinden können. In selteneren Fällen treten die periostalen Wucherungen mehr seitlich, wie an den Querfortsätzen der Wirbel auf. Wir haben es in diesen Fällen mit der Spondylitis deformans oder mit der chronischen ankylosierenden Entzündung der Wirbelsäule zu tun. In der Regel ist hierbei die Wirbelsäule besonders im oberen Abschnitt des Brustteiles kyphotisch verkrümmt. Aehnliche Veränderungen finden sich zuweilen an den Fußwurzelknochen beim Plattfuß.



Fig. 19.

Die Knochenneubildung vollzieht sich innerhalb des osteoiden Gewebes, und zwar vornehmlich ebenfalls durch Metaplasie des fibrösen Gewebes. Dieser Umstand erlaubt die Anfügung des Krankheitsbildes an die Ostitis fibrosa.

Die Erscheinungen der Ostitis deformans können sich, wie gesagt, mit denen der Arthritis deformans verbinden. Wir sprechen dann von einer Osteoarthritis deformans oder einer Osteoarthropathie.

Von Arthritis deformans sind wir berechtigt zu sprechen, wenn die Veränderungen an den Gelenkenden weniger tiefgreifender Natur sind und beide Gelenkenden befallen sind. Das Notwendige ist hierüber schon gesagt. Auch bei der Arthritis deformans kommen wie bei der Ostitis deformans Wucherungserscheinungen neben regressiven Veränderungen vor.

Wir verstehen also unter Arthritis deformans eine chronische Gelenkaffektion, welche mit starken Wucherungserscheinungen an den Gelenkenden und an der Synovialis einhergeht, ferner mit Zerfallserscheinungen an der Gelenkoberfläche.

Sie findet sich ebenfalls am häufigsten am Hüftgelenk und am Kniegelenk, ferner im Schultergelenk, im Ellenbogengelenk, an den Gelenken der Finger und an der Wirbelsäule, und zwar in der Regel ebenfalls im höheren Alter. Man unterscheidet eine monoartikuläre und eine polyartikuläre Form.

Klinisch ist die Frage der Arthritis deformans ebensowenig spruchreif wie die der Ostitis deformans. Wir können nur sagen, daß es sich bei ersterer entweder um Alterserscheinungen oder um traumatische oder um rheumatische Veränderungen handelt.

Spinale Osteoarthropathien.

Klinisch wichtig sind besonders diejenigen Osteoarthropathien, welche im Anschluß an Erkrankungen des Nervensystems auftreten. Bei schweren Erkrankungen, bei Kompression oder Verletzung des Gehirns und des Rückenmarks beobachten wir nicht gerade selten Verkrümmungen, ähnlich wie bei der senilen Atrophie, aber gewöhnlich in stärkerem Grade.

Hierher gehören die Verkrümmungen der Wirbelsäule bei der progressiven Paralyse, bei der Paralysis agitans, bei der Syringomyelie, ferner die tabischen Gelenkerkrankungen.

Die Arthropathien bei Tabes und bei Syringomyelie gleichen sich anatomisch einander fast völlig. Freilich ist die Deutung des Krankheitsprozesses noch nicht so ganz leicht. Charcot und seine Schüler waren der Meinung, daß es sich bei denselben um trophische Störungen handelt. Virchow hielt die Gelenkprozesse für identisch mit der Arthritis deformans. Büdinger nimmt eine Mittelstellung ein, indem er annimmt, daß es sich bei den tabischen Formen allerdings um eine Arthritis deformans handelt, welche aber durch die Tabes angeregt und beeinflußt wird. Volkmanns Lehre ging dahin, daß die tabische Arthropathie stets traumatischen Ursprunges sei. Das häufige Vorkommen der Affektion am Knie und bei Leuten, die die Beine viel anstrengen müssen, spricht zu Gunsten der traumatischen Anschauung. Wenigstens ist der Ueberanstrengung und der mangelhaften Schonung ein guter Teil der Schuld bei der Ausbildung der Deformität beizumessen. Andererseits sind auch Fälle bekannt geworden, in denen Traumen keine Rolle spielten und die Erkrankungen sich im Bett ausbildeten. Nicht selten sind es die sogenannten Spontanfrakturen, die an den Knochen eine Verwechslung mit der tabischen Arthropathie bewirken können.

Die Erkrankung führt zu einer ausgedehnten Deformation der Gelenkenden. Man unterscheidet nach Büdinger eine atrophische und eine hypertrophische Form.

Die höheren Grade der Deformation kommen bei der atrophischen Form vor. Klinisch äußern sich dieselben hauptsächlich als Luxationen, Subluxationen und Schlottergelenke. Die ersten Veränderungen treten an der Gelenkfläche auf, welche vom Knorpel entblößt, rauh wird. Am Rande entstehen spärliche Wucherungen und Knochenauflagerungen, welche sich abschleifen und wieder zerstört werden, während die Deformation schnell weitergeht bis zur Luxation, wobei das Gelenkende seine normale Form noch weiter verliert. Die Zerstörung kann bis tief in die Diaphyse hineinreichen. Kommen dann Frakturen hinzu, so ist die Arthropathie von denselben oft kaum mehr zu unterscheiden. Auf die neugebildeten Knochenmassen und Randwucherungen ist das gewöhnlich pilzartige Aussehen der Gelenkenden zurückzuführen. Aber auch die Pfanne wird erweitert, ebenso die Gelenkkapsel. Es können auf diese Weise auch ziemlich beträchtliche Gelenkergüsse entstehen. Es kommt ferner zu

schwieligen Verdickungen, zu Hypertrophie, Verknöcherung und Zottenbildung der Gelenkkapsel, schließlich zur Bildung sogenannter Gelenkkörper.

Die hypertrophische Form schließt sich besonders gern an Traumen an. Sie zeichnet sich durch besonders große Randwucherungen, welche die konkaven Gelenkflächen schüsselförmig umgestalten, aus. Durch Wucherungen, die an der Diaphyse vorrücken, entstehen Tumoren, welche zur Verwechslung mit Sarkomen Veranlassung geben können. Da bei diesen Formen größere Abschnitte des Knochens von der Erweichung betroffen sind, so sind an manchen Stellen, wie am Kniegelenk (O-Beine) die Deformitäten, die daraus entstehen können, gewöhnlich hochgradiger Natur (Fig. 20).



Fig. 20.

Der arthritische Prozeß kann durch spontane Schonung oder durch Behandlung in seinem Verlauf aufgehalten werden. Man unterschied deshalb benigne und maligne Formen. BÜDINGER faßt die benigne Form nur als Begleiterscheinung der Oedeme auf.

Der klinische Verlauf der Arthropathia tabica ist indes von dem der Arthritis deformans etwas verschieden. Es betrifft nach BÜDINGER dies folgende Punkte:

1) das Alter der Patienten,
2) die Lokalisation der Gelenkaffektionen,
3) den Zeitpunkt des Eintrittes,
4) den akuten Beginn,
5) das Entstehen in Bettruhe,
6) die Begleiterscheinungen.

Die Arthritis deformans tritt im allgemeinen später auf als die Arthritis der Tabiker, obwohl es auch Frühformen der Arthritis pauperum gibt, wie in einem von OLINTO mitgeteilten Fall. Nach v. BRUNN gibt es außerdem auch im jugendlichen Alter eine dem Malum coxae senile entsprechende Arthritis deformans coxae mit Erscheinungen der Coxa vara, die sogenannte juvenile Osteoarthritis deformans des Hüftgelenkes, die im Falle ihrer allgemeinen Bestätigung jedenfalls eine Rolle in der Differentialdiagnostik der Coxa vara spielen wird.

Am häufigsten tritt die tabische Arthropathie im Kniegelenk auf, dann im Hüftgelenk, wo sie häufig kombiniert ist mit pathologischen Luxationen, ferner in den Gelenken des Fußes. Seltener trifft man sie an dem Schultergelenk und am seltensten in den kleinen Gelenken der Finger und der Zehen. Sehr häufig sind die Gelenke symmetrisch erkrankt. Die deformierenden rheumatischen Gelenkerkrankungen treten dagegen relativ häufiger an den Finger- und Zehengelenken auf. Bekannt sind auch die typischen Veränderungen an den Händen und Fingern bei

anderen neuropathischen Arthritiden, wie den bei der Syringomyelie beobachteten. Bei der Syringomyelie zeigen die oberen Extremitäten unter anderen Veränderungen (Atrophie) vasomotorische und trophische Störungen, Cyanose, Veränderung der Nägel, ferner jene Hypertrophie der etwas kontrahierten Finger, die mit dem Namen der Cheiromegalie belegt ist.

Man hat die Lokalisation der arthritischen Prozesse mit der Lokalisation der Erkrankung im Zentralnervensystem in Zusammenhang gebracht. Die Syringomyelie tritt zuerst im Hals- und Brustmark auf. Deshalb erkranken auch zuerst die Gelenke der oberen Extremitäten. Schon Charcot hatte darauf hingewiesen, daß auch bei Tabes die oberen Extremitäten erkranken können, sobald sich die Veränderungen des Rückenmarks auf das Brust und Halssegment auszudehnen beginnen. Hinzu kommt, daß ätiologisch bei allen neuropathischen Gelenkerkrankungen die Analgesie der Gelenke eine große Rolle spielt. Das ist aber auch ein Umstand, der dahin leitet, die traumatischen Verhältnisse nicht ganz außer acht zu lassen.

Nach Büdinger ist die Ataxie ohne Belang für die Entstehung der Arthropathie, da sie auch im präataktischen Stadium auftreten kann.

Die akute Entstehung ist selten. Dagegen ist der Verlauf der Krankheit oft ein schnellerer als bei der Arthritis deformans. Die ersten heftigeren Erscheinungen treten nach einer stärkeren Anstrengung, einer Durchnässung oder Erkältung auf und können so allerdings einen akuten Beginn vortäuschen mit starken Schwellungen der tieferen Weichteile und Gelenkergüssen. In der Regel waren aber schon vorher die Gelenke erkrankt.

Während Kyphoskoliose im Zusammenhang mit Tabes nicht sicher nachgewiesen ist, findet sich Rückgratsverkrümmung bei Syringomyelie verhältnismäßig häufig. Die Zahlen gehen allerdings bedeutend auseinander (25—80 Proz.). Wahrscheinlich ist der Prozentsatz ein geringerer, wenn es gelingt, alle Rückgratsverkrümmungen rein rachitischer und anderer Natur auszuschalten. Die Skoliose ist gewöhnlich stärker als die Kyphose und beginnt im Brustteil. Obwohl die Schmerzhaftigkeit nur gering ist, so bilden sich doch unter Umständen sehr schwere Formen der Deformität aus, so daß das Krankheitsbild Aehnlichkeit mit der Osteomalacie hat.

Pierre Marie und Astié haben auch eine eigentümliche Form des Thorax als „Thorax en bateau“ beschrieben. Hierbei hat der obere Teil des Brustkorbes ein kahnförmig ausgehöhltes Aussehen dadurch, daß der oberste Teil des Brustbeines eingesunken ist und die Schultern stark nach vorn und oben geschoben erscheinen.

Charcot gibt an, daß es keine Rückenmarksaffektion gebe, zu der nicht gelegentlich eine Gelenkaffektion als echtes Symptom sich hinzugesellen könne. Die bekanntesten der spinalen Arthropathien bilden aber bis jetzt noch die erwähnten tabischen und syringomyelitischen. Wie oben schon angedeutet worden ist, ist eine Trennung der einzelnen Formen nach pathologisch-anatomischen Gesichtspunkten noch nicht möglich.

Wir kämen nunmehr auf den chronischen Gelenkrheumatismus zu sprechen, der ebenfalls zu den konstitutionellen Erkrankungen gerechnet wird. Er kommt aber für die Entstehung der Belastungsdeformitäten weniger in Betracht, weshalb wir auf das Kapitel über die Kontrakturen verweisen.

Multiple Exostosenbildung der Kinder.

Wir haben oben schon erfahren, wie im intrauterinen Leben durch Defekt und rudimentäre Entwickelung, besonders am Unterschenkel und Vorderarm, Verkrümmungen an den Nachbarknochen entstehen können. Aehnlich sind die Wachstumsstörungen, die im extrauterinen Leben bei den sogenannten multiplen kartilaginösen Exostosen beobachtet werden. Unter dieser Bezeichnung haben wir diejenige Form der Exostosenbildung zu verstehen, welche während der Zeit des Wachstums an den endständigen Diaphysenknorpeln entstehen und auf Wachstumsstörungen der Intermediärknorpel zurückzuführen sind.

Vom Intermediärknorpel aus entwickelt sich in früherer oder späterer Zeit der Wachstumsperiode ein knorpeliger Tumor, der später verknöchert und mit dem Knochen in Verbindung bleibt. Der Prozeß tritt nicht an allen Stellen gleichmäßig auf und ist mit dem Aufhören des normalen Knochenwachstums ebenfalls beendet. Nur ausnahmsweise sind kartilaginöse Exostonen angeboren oder bilden sich teilweise wieder zurück. Die Tumoren kommen sowohl an den Röhrenknochen als an den platten Knochen vor. Die langen Röhrenknochen sind häufiger Sitz der Erkrankung als die kurzen. Kienböck macht darauf aufmerksam, daß im Gegensatz hierzu die multiplen Enchondrome mit Vorliebe an den Fingern und Zehen, und zwar in bedeutenderer Größe, vorkommen. Von den platten Knochen sind hauptsächlich das Schulterblatt und die Rippen befallen, glücklicherweise weniger das Becken, wo sie Geburtshindernisse darstellen können. Am Schädel sind sie sehr selten zu beobachten.

Form und Größe der Wucherungen sind sehr verschieden. Sie können nach Kienböck Kindskopfgröße erreichen und sitzen meist breit auf. Kleinere Exostosen sind gewöhnlich rundlich, höckerig, warzenförmig, größere erscheinen meist zapfenförmig oder mit dem Knochen astförmig verzweigt oder pilzförmig. Außerdem kommen diffuse Auftreibungen und kolbige Verdickungen vor. Auf den Exostosen können sich Schleimbeutel etablieren (Exostosis bursata), welche zuweilen mit den Gelenken kommunizieren.

Früher galten die Erkrankungsfälle als selten. Nach Entdeckung der Röntgenstrahlen ist aber die Kasuistik rasch durch schöne Beobachtungen vermehrt worden, und die Literatur verfügt bereits über einzelne treffliche Darstellungen auf Grund radiologischer Beobachtungen. Eine Zusammenstellung der Arbeiten findet sich bei Kienböck, der die Affektion als chondrale Dysplasie des Skelettes mit multipler Exostosenbildung bezeichnet. Diese Bezeichnung deutet darauf hin, daß er die Krankheit auf fehlerhafte Anlage des Knorpel- und Knochensystems zurückführt. Die allgemeine Ansicht geht in der Tat dahin, daß es sich um eine fehlerhafte Anlage handelt. Auf letztere deutet auch das hereditäre und gewöhnlich familiäre Auftreten der Affektion hin. Die Ursachen der Erkrankung kennt man bisher nicht. „Wo es sich um Fragen der Vererbung, Entwickelung und des Wachstums handelt, da ist leider der Schleier, der unsere Erkenntnis von der Wahrheit trennt, undurchdringlich dicht gewebt“, so sagt Lippert in Bezug auf die Wachstumsstörungen bei der Exostosenbildung. Bemerkenswert ist das „Wandern“ der Exostosen. Je früher nämlich die Wucherungen entstehen, desto mehr findet man sie später vom Knochenende nach der Mitte des Knochens hin verschoben.

Auf die Wachstumsstörungen bei der Exostosenbildung haben zuerst Volkmann und Helferich hingewiesen. Eine ausführliche Schilderung dieser Störungen verdanken wir Bessel-Hagel. Nach diesem Autor besteht ein kausaler Zusammenhang zwischen Hemmung des Längenwachstums und Exostosenbildung.

Fast regelmäßige Erscheinungen sind geringe Körpergröße, Asymmetrie des Körpers, Knochen- und Gelenkdeformitäten, Genu valgum, Pes valgus, Verkürzung und Verkrümmung der Finger, Subluxations- und Pronationsstellungen der Hand. Ich vermute, daß auch manche Fälle der symmetrisch auftretenden, sogenannten angeborenen Behinderung der Supination infolge von knöcherner Verwachsung von Radius und Ulna auf multiple Exostosenbildung zurückzuführen sind.

Besonderes Interesse zeigen für uns die Deformationen der langen Röhrenknochen. Am häufigsten kommen nach Kienböck die Wucherungen an den Regionen des stärksten Wachstums vor, wo sie auch das größte Volumen erreichen, nämlich am proximalen Abschnitt des Humerus, am distalen Abschnitt der Vorderarmknochen, am distalen Abschnitt des Femur und am proximalen Abschnitt der Unterschenkelknochen. Von den Knochen des Unterschenkels ist in der Regel die Fibula relativ kürzer. Daraus resultiert in ähnlicher Weise wie bei der rudimentären Entwickelung der Fibula eine typische Form des Pes valgus. Häufiger noch wird beobachtet die analoge typische Verkrümmung am Vorderarm und die Deviation des Handgelenkes infolge Verkürzung der Ulna. Lippert hat dieselbe folgendermaßen analysiert: „Drehung der Handgelenkfläche des Radius nach der ulnaren Seite, Ulnarflexion der Hand, Verschiebung der Hand in toto ulnarwärts, Konvexität des Vorderarmkonturs über dem Handgelenk auf der radialen Seite, Konkavität desselben in der Gegend des meist fehlenden Köpfchens der Ulna und schließlich Verkrümmung der Vorderarmknochen in ihrer ganzen Ausdehnung mit der Konvexität radialwärts und dorsalwärts“. Bessel-Hagen hat angegeben, daß die Verkrümmung des Radius dadurch zu stande kommt, daß die Ulna auf den Radius distal einen Zug ausübt. Lippert weist auf die Analogie der beim angeborenen Defekt eines Vorderarmknochens entstehenden Verkrümmung des anderen Knochens hin. Hier könne nicht davon die Rede sein, daß der eine Knochen einen Zug auf den anderen ausübt. Es müssen deshalb außer dem Zug zum mindesten noch andere Momente mitwirken. Diese Momente sind: 1) der elastische Zug der Muskeln, 2) äußere Druckkräfte, welche durch die Hand auf den Arm übertragen werden.

Die Exostosenbildung verläuft klinisch ohne Schmerzen, Fieber oder sonstige Störungen. Bleibt dieselbe in engeren Grenzen, so wird sie oft gar nicht bemerkt.

Funktionelle und mechanische Störungen können entstehen durch die Größe und Lage der Exostosen, ferner durch die begleitenden Deformitäten. In diagnostischer Hinsicht kommt die Konfiguration der Gelenkgegenden und die Palpation derselben in Betracht. Kienböck rät, besonders auf die Gegend medial oberhalb des Knies, medial und lateral unterhalb desselben und auf die Malleolen zu achten. Eine typische Lokalisation für die Diagnose sind ferner der Humerus medial unterhalb des chirurgischen Halses oder die vorderen Abschnitte der Rippenknochen. Außerdem werden das Fehlen von

Entzündungserscheinungen und von Schmerzen, die gute Funktion der Gelenke, ferner das Vorhandensein von Verkürzungen und von Deformitäten für die Stellung der Diagnose von Wichtigkeit sein. Die Anfertigung eines Radiogrammes ist selbstverständlich von der größten Bedeutung. Hierbei kommen in differentialdiagnostischer Hinsicht in Betracht hauptsächlich Sarkom, Osteophyten durch bindegewebige Verknöcherung, Osteome, Arthritis deformans etc., Zustände, welche sich mehr oder weniger deutlich als selbständige Gebilde von der Spongiosa des Knochens abtrennen lassen. Die Struktur bei den kartilaginösen Exostosen entspricht dagegen mehr einer Aufblähung der Spongiosa.

c) Statisch-habituelle Deformitäten.

In älterer Zeit glaubte man eine Deformität genügend gekennzeichnet zu haben, wenn man glaubte, festgestellt zu haben, daß es sich entweder um eine rachitische oder um eine habituelle oder um eine statische Deformität handelt. Die rachitische Deformität stellte den Hauptrepräsentanten der osteogenen Deformitäten dar. Man hat sich gescheut, die habituellen Deformitäten der Rachitis ebenfalls unterzuordnen, weil zur Zeit der Entstehung der habituellen Deformitäten Rachitis angeblich nicht mehr vorkommt. Man ließ deshalb die um die Zeit der Pubertätsjahre auftretenden Deformitäten aus habituellen oder statischen Stellungs- resp. Haltungsanomalien, sogenannten Ruhestellungen, hervorgehen.

Einen wesentlichen Unterschied zu konstruieren zwischen habituellen und statischen Deformitäten, ist nicht möglich. Beide haben das Gemeinsame, daß gewisse Haltungen und Stellungen durch Umformung der Knochen nicht mehr auf die normale Grenze zurückgeführt werden können, somit abnorm geworden sind. Von einer Haltungsanomalie und bei bleibender Haltungsanomalie von einer habituellen Deformität pflegt man zu sprechen, wenn die Gestalt des Rumpfes von der Abweichung betroffen ist, und die Ursache nur im Rumpf, nicht aber in einer ungleichen Beschaffenheit der unteren Extremitäten zu suchen ist. Die aus der Verkürzkung eines Beines hervorgehenden Deformitäten des Rumpfes und die Stellungsanomalien an den unteren Extremitäten selbst pflegt man andererseits als statische Deformitäten zu bezeichnen. Man spricht demnach z. B. von einer habituellen Skoliose und Kyphose, wenn die Ursachen in der Haltung des Rumpfes allein gegeben sind, aber von einer statischen Skoliose und von einer statischen Lordose, wenn dieselben als Folgezustände von Verkürzung eines Beines auftreten. Die Unterscheidung ist, da in der Tat alle diese Deformitäten statische Deformitäten darstellen, rein willkürlich. Ferner spricht man von einem statischen Genu valgum, Genu varum und von einem statischen Plattfuß. Bei den Belastungsdeformitäten der unteren Extremitäten wird aber auch oft ein Unterschied in der Bezeichnung wie bei der Skoliose nicht gemacht, weshalb auch das Genu valgum, das Genu varum und der Plattfuß unter Umständen als habituelle Belastungsdeformitäten bezeichnet werden können.

Habituelle Stellungsanomalien sind in erster Linie Ermüdungshaltungen. Dieselben gehen einher mit einer Er-

schlaffung der Gelenke und sind durch Ablenkung der Bewegungen von den normalen Bewegungsrichtungen zu stande gekommen.

Ermüdung kann bedingt sein außer durch Anstrengung durch allgemeine Schwächezustände und Ernährungsstörungen, Rekonvaleszenz, Chlorose, schnelles Wachstum. Die Muskeln sind in diesen Fällen nicht mehr in der Lage, den normalen Gelenkmechanismus aufrecht zu erhalten, und nun ist der Körper gezwungen, stärker die Hemmungsvorrichtungen der Knochen und Bänder in Anspruch zu nehmen. Dies kann so geschehen, daß die normale Gelenkbewegung sistiert wird und die Schwankungen der Schwerlinie vorwiegend um Achsen geschehen, welche die normalen Gelenkachsen kreuzen. So wird das Kniegelenk eine bessere passive Stütze bieten, wenn Beugung und Streckung aufgehoben ist und das Körpergewicht bei Schwankungen der Schwerlinie von einem Condylus auf den anderen übertragen wird. Der Körper benutzt dann zur Aufrechthaltung des Gleichgewichtes die durch die Kondylen gebotenen Hemmungsvorrichtungen. Die Bewegungsachse ist so verlegt, daß Bewegungen eventuell nur vor sich gehen können, wenn die Kondylen zusammengepreßt werden. Auf diese Weise kann man sich die Entstehung des habituellen Genu valgum und Genu varum erklären.

Handelt es sich um Ermüdungsstellungen des ganzen Körpers und nicht um solche einer einzelnen Extremität oder eines einzelnen Skelettabschnittes, so sucht der Körper auch außerhalb des Skelettsystems Stützpunkte. Solche Stützpunkte bietet z. B. die Schulbank den zwangsmäßig sitzenden Kindern in der Schule. Man macht tatsächlich auch vielfach das zwangsmäßige Sitzen der Kinder für die Entstehung der habituellen Skoliose verantwortlich.

Es kann natürlich auch eine Ermüdungshaltung zu einer Steigerung der normalen Streckstellung am Kniegelenk oder der normalen Mittelstellung der Gelenke des Fußes führen. Im ersten Falle entsteht aus der Uebertreibung der Gelenkbewegung ein Genu recurvatum, im letzten Falle ein Plattfuß. Beide lassen sich allerdings nicht als gleichwertige Deformitäten vergleichen. Denn beim Genu recurvatum handelt es sich um eine Stellungsanomalie der Gelenke, die in der Jugend selten vorkommt. Der Plattfuß zeichnet sich aber durch starke Knochenveränderungen aus.

Verschiedene Ruhestellungen, die auf Ermüdungen beruhen, sind näher gekennzeichnet und benannt. So benannte Annandale die gespreizte Stellung mit nach auswärts rotierten Beinen und pronierten Füßen als attitude of rest.

Hoffa nimmt an, daß jugendliche Individuen diese Haltung deshalb einnehmen, um das Stehen auf den Beinen den ganzen Tag aushalten zu können, wobei schließlich die Last des Körpers nicht durch die Muskeln getragen wird, sondern durch die Hemmungen von seiten der Bänder und Knochen. Diese Haltung führt zu Plattfüßen, wenn, wie Hoffa sehr richtig bemerkt, die Knochen ihre normale Festigkeit eingebüßt haben. Engels widerspricht der Anschauung, daß in dieser Haltung eine Ruhestellung, z. B. bei einem arbeitenden Schlossergesellen, der von Annandale als Beispiel gewählt wurde, möglich ist. Dem Körper wird vielmehr durch das breitbeinige Stehen die Sicherheit des Standes, die ihm durch das Verlegen des Körpergewichtes auf das

Werkzeug zum Teil genommen ist, und die Möglichkeit, das Gleichgewicht schnell zu verändern, gegeben. Auch die Stellung, bei welcher abwechselnd bald der eine, bald der andere Fuß mehr belastet wird, so daß man einen Unterschied zwischen „Standbein“ und „Spielbein“ machen kann, läßt ENGELS nicht als Ruhestellung gelten. Die sog. Ruhestellungen sind nur ein schnellerer oder langsamerer Wechsel von einem Stützpunkt zum anderen. Der Körper bedarf allerdings dieses Stellungswechsels, um längeres Stehen zu ermöglichen.

Die sicherste Stellung wäre danach diejenige, welche am meisten im stande ist, die Flexion des Kniegelenkes zu verhüten. Eine absolute Ruhestellung ist freilich nicht möglich.

Die Franzosen haben die Bezeichnung „attitude hanchée“. Beugen wir die entsprechenden Gelenke eines Beines beim Stehen, so schonen wir dasselbe und stehen fast ausschließlich auf dem anderen Bein. Auf der Seite, auf der das Kniegelenk gebeugt ist, ist das Becken gesenkt. Gleichzeitig ist das Becken um die Querachse gedreht, so daß die Regio glutaea der anderen Seite stärker hervortritt. Die französischen Maler nennen diese Stellung des Beines, wie BUSCH angibt, „se hancher“. Hiervon ist die erwähnte Bezeichnung „attitude hanchée“ für die typische Haltung, die bei längerem Stehen eintritt, abgeleitet. Zweifellos hat diese Haltung für Ausbildung von Belastungsdeformitäten der unteren Extremitäten eine Bedeutung. Es ist nämlich nicht anzunehmen, daß bei derselben der Rumpf eine absolute Ruhe hält. Hält er diese Ruhe nicht ein, so müssen die Bewegungen so auf den bei der attitude hanchée nach außen gedrehten Fuß einwirken, daß eine Rotation des Unterschenkels nach innen eintritt. Die Kraft der Rotation ist durch die Beugestellung im Kniegelenk erhöht. Die Rotation pflanzt sich auf den Talus fort, und somit ist der erste Anstoß zur Entstehung des Plattfußes gegeben, immer vorausgesetzt, daß die Knochen kompressibel sind. —

Haltungsanomalien werden in zweiter Linie herbeigeführt durch gewohnheitsmäßig oder öfter wiederholtes Tragen von Gegenständen, wobei schließlich auch der Muskelwiderstand ausgeschaltet wird und die Gesetze der Schwere zur Erhaltung des Gleichgewichtes des Körpers sich mehr und mehr geltend machen. So können beim Tragen kleiner Kinder nicht nur diese Kinder, wenn sie rachitisch sind, in typischer Weise Skoliosen erwerben, sondern auch die Trägerinnen, die oft selbst noch Kinder sind und einen schwächlichen Knochenbau haben. Aber auch relativ leichtere Gegenstände sind im stande, Haltungsanomalien hervorzurufen, wie bei Kindern das Tragen der Schultasche auf der einen oder anderen Seite. Schädlich wirkt manchmal auch das Tragen der Schulbücher auf dem Rücken in einem Schulranzen. Die Wirbelsäule wird entweder in der Lendengegend durch Zurückschieben des Beckens nach vorne gebogen, während sie im oberen Abschnitt nach rückwärts gezogen wird, oder das Becken schiebt sich nach vorn und die Schultern werden nach hinten und unten gezogen. Im ersten Fall entsteht ein sog. flacher Rücken, im letzteren ein sog. hohler Rücken.

Die Stellungsveränderungen, welche die Körperteile beim Tragen von Lasten eingehen, sind rein physiologisch und sie werden in der

speziellen Bewegungslehre der Physiologie genauer analysiert. Hervorragende Autoren haben sich mit diesem Kapitel beschäftigt. Bekannt sind die grundlegenden Untersuchungen von Borelli („De motu animalium") und der Gebrüder Weber („Die Mechanik der Gehwerkzeuge"). Erwähnenswert sind ferner die Untersuchungen Duchennes („Physiologie des mouvements"), sowie die Spezialarbeiten von Aeby, Langer, Henke, Meyer, Fick, Braune, Fischer u. a.

Diese Stellungsveränderungen dienen zur Erhaltung des Gleichgewichtes insofern, als sie zu verhindern suchen, daß die Schwerlinie, in welcher der Schwerpunkt des Körpers liegt, außerhalb der Unterstützungsbasis fällt. Im Zustande des Gleichgewichtes ist aber die geringste Summe von Muskeltätigkeit für die Aufrechterhaltung des Körpers erforderlich. Beim Tragen einer Last auf irgend einer Seite neigt sich daher der Körper nach der entgegengesetzten Seite. Tritt Ermüdung ein, so werden an und für sich leichte Lasten zu relativ schweren Lasten, und die physiologischen Haltungstypen werden durch regelmäßige und häufige Wiederkehr zu pathologischen oder zu bleibenden Haltungsanomalien bei „schwachen" Knochen.

Hier dürften auch zu erwähnen sein die Verkrümmungen, die aus manchen berufsmäßig ausgeübten Beschäftigungen hervorgehen. Diese werden als professionelle Deformitäten bezeichnet. In ihrer Entstehung reichen sie in der Regel in die Zeit zurück, in der die Ausübung des Berufes am schwersten ist, nämlich in die Zeit vor dem 20. Lebensjahre. Diese Zeit ist aber für die Ausbildung von Deformitäten bekanntermaßen noch eine günstige. Lastträger, Erdarbeiter, Kellner, Bäcker, Müller, Dienstmädchen, Kaufleute, überhaupt solche, die sich gegen eine Last stemmen, oder vielfach Treppen und Leitern zu besteigen haben, erwerben sich ihre Deformitäten gewöhnlich in der Lehrzeit. Die spätere Zeit, in der Deformitäten oft gar keine Beschwerden mehr verursachen, weil die Knochenaffektionen geheilt sind, dient dann nur zur Fixierung der Abnormität. Es entsteht z. B. der „kontrakte Plattfuß" bei Kellnern, das typische O-Bein der Bäcker[1]), das X-Bein der Schlosser, der runde Rücken der Lastträger.

Aber auch für die Entstehung dieser Berufsdeformitäten nehmen wir die Mitwirkung konstitutioneller oder sonstiger allgemeiner Ursachen an.

Die Altersdeformitäten sind an anderer Stelle schon erwähnt werden.

Haltungsanomalien können sogar auch durch dauernde Entlastung des Körpers hervorgerufen werden. Bei Amputation eines Armes pflegt z. B. die Schulter der operierten Seite höher getragen zu werden, weil sie entlastet ist. Andererseits kann aber auch die Muskelaktion einen Hochstand der tätigeren Schulter bewirken. Dies tritt besonders dann ein, wenn die Funktion des anderen Armes entweder durch Lähmung oder durch chronisch entzündliche Zustände aufgehoben oder geschädigt ist. Selbstverständlich wirkt auch die Schwere mit, welche das kranke Glied hinunterzieht, wenn sich Schmerzen einstellen. —

1) Das O-Bein der Kavalleristen beruht nach Albert auf einer optischen Täuschung.

Eine dritte Art von Haltungsanomalien entsteht reflektorisch durch Schmerzgefühle. Die Kranken suchen diejenigen Stellungen unwillkürlich heraus, bei welchen die schmerzhaften Stellen möglichst ausgeschaltet werden.

So kann z. B. bei hochgradiger Ischias eine Haltungsanomalie dadurch entstehen, daß der Sitzknorren der betroffenen Seite möglichst wenig mit der Sitzfläche in Berührung gebracht wird. Diese Haltungsanomalie kann zur Skoliose führen. Letztere ist unter dem Namen Ischias scoliotica oder Scoliosis ischiadica seit Gussenbauers Arbeit hierüber (1878) bekannt. Auf die einzelnen Formen, deren Verschiedenheit nach Erben mit der verschiedenen Lokalisation der Nervenerkrankung resp. der Schmerzhaftigkeit zusammenhängt, können wir hier nicht näher eingehen. Wie die Fälle pathologisch-anatomisch sich verhalten, ob es sich nur um Kontrakturen oder um wirkliche Deformation der Knochen handelt, ist noch nicht näher bekannt. Gewiß ist es richtig, worauf Bähr zuerst hingewiesen hat, daß auch andere schmerzhafte Affektionen wie Lumbago und arthritische Prozesse ähnliche Anomalien hervorrufen können.

Ich sah bei einem Senkungsabszeß der rechten Inguinalgegend infolge von Caries der Wirbelsäule eine bedeutende Skoliose der Lendenwirbelsäule nach links. Bei der Sektion war ich überrascht, keine Spur einer Deformität der Wirbelsäule zu finden, selbst an der kariösen Stelle nicht, da hier eine brückenförmige Ankylose eingetreten war. Es handelte sich nur um eine Kontraktur mit klinisch deutlicher Torsion der Wirbelsäule. Danach halte ich es für wahrscheinlich, daß manche Skoliosen neuralgischen Ursprunges nur Gewohnheitshaltungen darstellen, da hochgradige Haltungsanomalien nach abgeheilter Ischias beobachtet werden, die sich im Bett oder bei Suspension völlig ausgleichen. Sie sind insofern zu den Haltungsanomalien zu rechnen, als sie den ganzen Körper und nicht ein oder mehrere Gelenke einer einzelnen Extremität betreffen.

Zweifellos gibt es auch aus anderen Gründen Skoliosen leichteren Grades, die keine Belastungsdeformitäten, sondern einfache Kontrakturen darstellen.

Wir haben nun noch diejenigen Deformitäten anzuführen, für welche als Ursache eine Längendifferenz an den unteren Extremitäten anzunehmen ist. Schon oben haben wir hervorgehoben, daß für dieselben die Bezeichnung „statische Deformität“ im Gegensatz zu der Bezeichnung „habituelle Deformität“ angewandt wird.

Die statische Skoliose entsteht durch ungleiche Länge der Beine in der Weise, daß auf der Seite des verkürzten Beines sich das Becken senkt und eine Lendenausbiegung mit der Konvexität nach der gesenkten Seite hin zu stande kommt.

Die Ausbiegung der Wirbelsäule ist auch hier auf das Bestreben nach Erhaltung des Gleichgewichtes zurückzuführen. Der Nachweis der Verkürzung eines Beines muß selbstverständlich unzweifelhaft erbracht sein, wenn diese als Ursache der Skoliose bezeichnet wird. Leicht ist sie z. B. zu erbringen bei der kongenitalen Hüftgelenkluxation. Gerade diese Affektion ruft aber so gut wie niemals

Deformitäten des Rumpfes hervor. Ob deshalb auf geringere Verkürzungen als ätiologisches Moment überhaupt ein Gewicht zu legen ist, ist sehr zweifelhaft. Außerdem sind oft nur scheinbare Verkürzungen vorhanden infolge Veränderungen des Beckens. Der Tiefstand einer Spina anterior superior ist oft darauf zurückzuführen, daß das Becken um eine quere Achse in seinem Gefüge torquiert ist, wodurch auf der einen Seite auch die Hüftgelenkpfanne tiefer tritt.

Auf die sonstigen Ursachen der veränderten Beckenstellung, Kontrakturen, Ankylose des Hüftgelenkes, Verkrümmungen der unteren Extremitäten etc., können wir hier ebenfalls nicht näher eingehen. Zu den Haltungsanomalien sind entschieden auch diejenigen Abweichungen zu rechnen, die durch das Liegen in einem Federbette in gekrümmter Stellung des Rumpfes zu stande kommen. Schon JOHN SHAW hat auf die Verkrümmungen hingewiesen, die bei andauernd zu Bette liegenden Individuen beobachtet werden können. Hochgradig Skoliotische findet man oft in sehr unzweckmäßiger Position zu Bette liegen, indem sie sich derart zusammengerollt haben, daß sie ihren Buckel förmlich demonstrativ hinausstrecken. Indes ist diese Haltungsanomalie in der Regel nicht die Ursache, sondern die Folge der Verkrümmung.

Es fragt sich nun: Stellen die statisch-habituellen Belastungsdeformitäten einfache Wachstumsstörungen dar, oder liegen bei ihnen pathologische Veränderungen am Knochen vor? Diese Frage ist leicht entschieden, wenn man sich der HÜTER-VOLKMANNschen Drucktheorie oder der WOLFFschen Lehre von der funktionellen Transformation anschließt. Dann hat man anzunehmen, daß allmählich durch Anpassung der Knochen an den artikulären Druck oder an die fehlerhafte oder veränderte Haltung während des normalen Wachstums die vorübergehende Haltungsanomalie in eine dauernde umgewandelt wird. Gerade die habituellen Belastungsdeformitäten sind es, für welche die erwähnten Theorien aufgestellt wurden.

Anders muß die Antwort lauten, wenn wir in jedem deformen Knochen, vorausgesetzt daß er eine definitive Form angenommen hat, das Produkt einer Heilung erblicken, wenn wir also der Meinung sind, daß der gesunde Knochen, mag er eine Funktion im gewöhnlichen Sinne ausüben, welche er mag, niemals deform wird. Selbstverständlich hat man unter der Funktion des Knochens im gewöhnlichen Sinne nicht das permanente oder nahezu permanente Verharren in einer künstlich geschaffenen Zwangslage zu verstehen. Solche Zwangslagen werden z. B. geschaffen durch zu eng angelegte Kleidungsstücke. Wir wundern uns über den deformen Thorax infolge fortwährenden Einschnürens durch das Korsett nicht mehr oder über die durch enge und unzweckmäßige Stiefel mißgestalteten Füße. Dieselben sind ebenso zu erklären wie die Fußverbildungen der Chinesinnen oder die Schädelverbildungen unkultivierter Völkerschaften. Wir haben diese Formen bereits bei den sekundären traumatischen Deformitäten erwähnt. Meiner Ansicht nach haben mit diesen durch veränderte

Wachstumsrichtung zu stande gekommenen Belastungsdeformitäten im weiteren Sinne die Belastungsdeformitäten im engeren Sinne d. h. die sogenannten habituellen Belastungsdeformitäten hinsichtlich der Entstehung keine gemeinsame Ursache. Es ist sehr schwer zu sagen, wann die physiologische Inanspruchnahme der Knochen und Gelenke aufhört und wann die pathologische beginnt. Ebenso schwer ist es zu sagen, worin immer die pathologische Inanspruchnahme besteht. Daß die Druckbelastung beim Zustandekommen der habituellen Deformitäten über das normale Maß hinausgeht, kann nicht behauptet werden. Die Deformität liegt vielmehr an der pathologischen „Schwäche" der Knochen.

Es wäre schlecht bestellt um das Skelettsystem, wenn die Knochen im normalen Zustand so wenig Elastizität besitzen würden, daß sie bei Heranwachsenden, wenn auch nur in der Minderzahl der Fälle, der Beanspruchung auf Zerknickung nicht standhalten könnten, was doch der Fall sein müßte, wenn, wie man annimmt, nur eine kleine Abweichung von der Norm nötig ist, um die Deformation progressiv weiterzutreiben. Es wäre doch ganz unverständlich, warum in der Mehrzahl der Fälle trotz der gleichen Ursachen diese Voraussetzungen hinsichtlich der Genese der Deformitäten nicht zutreffen. Außerdem ist es eher gestattet, bei der Aufstellung einer Regel sich an die überwiegende Mehrzahl zu halten, als aus einer Anzahl zweifelhafter Fälle maßgebende Gesichtspunkte abzuleiten. Es scheint sich allmählich ein Umschwung in der Literatur bei den neueren Autoren nach dieser Richtung hin geltend zu machen. So sagt Karewski in treffender Weise in Bezug auf die habituelle Skoliose, daß viele Chirurgen die Bedeutung der Rachitis unterschätzen. Unter 563 Fällen von Skoliose konnte er 265mal, also fast in der Hälfte der Fälle, Spuren von Rachitis, sei es in Form von Verkrümmungen der Oberschenkel oder der Unterschenkel oder von Genu valgum oder von rachitischen Thoraxdeformitäten nachweisen. Er glaubt, daß im allgemeinen zu wenig Wert auf die Untersuchung der Kinder in dieser Richtung gelegt wird.

Leider zeigt sich auch in pathologisch-anatomischer Hinsicht wenig Geneigtheit in der Literatur zu mikroskopischen Untersuchungen, obwohl sich doch bei Sektionen reichlich Material gewinnen ließe. Mikulicz war, wie wir wissen, der erste, der für das Genu valgum ungleichmäßige Proliferation an der unteren Epiphyse des Femur nachwies, nämlich Verbreiterung des Intermediärknorpels am inneren Umfang des Femur und gesteigerte Ossifikation des entsprechenden Diaphysenendes.

Am entschiedensten haben Rupprecht und Kirmisson den Zusammenhang der habituellen Skoliose mit der Rachitis betont. Auch Hoffa ist nicht abgeneigt, Verhältnisse anzunehmen, welche das Entstehen der habituellen Belastungsdeformitäten wenigstens begünstigen. Er nimmt allerdings zu Gunsten des Transformationsgesetzes auch an, daß dieselben einmal bei gesunden, das andere Mal bei erkrankten Geweben entstehen. Den Ausdruck gesund gebraucht er jedoch wieder nur im relativen Sinne.

Dolega führt aus, daß nur die leichtesten Formen von Skoliose als „habituelle" Skoliosen im engsten Sinne aufzufassen sind. Alle schweren Formen sind „konstitutionelle" Skoliosen. Ich war früher ebenfalls der Meinung, daß man die Belastungsdeformitäten einteilen

soll in funktionelle und konstitutionelle. Unter funktionellen Deformitäten wären nur die Haltungsanomalien zu verstehen, unter konstitutionellen jedoch alle jene Deformitäten, bei denen deutlich eine Formänderung des Knochens nachweisbar ist. Um jedoch allen Anschauungen gerecht zu werden, ist es notwendig, in der Einteilung der Belastungsdeformitäten die habituellen Deformitäten weiter bestehen zu lassen. Für diesen Fall bleibt es natürlich unentschieden, ob die habituellen Deformitäten mehr den Wachstumsanomalien oder mehr den konstitutionellen Krankheiten zuzurechnen sind, ob also eine normale oder eine pathologische Kompressibilität der Knochen als Ursache derselben zu gelten hat. Streng genommen sind die statisch-habituellen Deformitäten als selbständige Gruppe der Deformitäten hinsichtlich ihrer Aetiologie nicht zu betrachten.

d) Sekundär-entzündliche Deformitäten.

Wenn auch pathologisch-anatomisch Rachitis und Osteomalacie zuweilen als Entzündungsvorgänge geschildert werden, so ist es klinisch doch nicht Gebrauch, die durch diese Krankheiten entstehenden Deformitäten als entzündliche Deformitäten zu bezeichnen. Zu den entzündlichen Deformitäten rechnen wir diejenigen Deformitäten, die im Verlauf von akuten und chronischen infektiösen Krankheiten auftreten. Trennen wir hierbei die Belastungsdeformitäten von den an den Gelenken sich abspielenden Prozessen wiederum ab, so werden nur wenige Belastungsdeformitäten für die Besprechung noch übrig bleiben, da die Hauptmasse derselben durch die bereits erwähnten Ursachen hervorgerufen wird. Auch ist bei den entzündlichen Deformitäten das Hauptinteresse auf die Infektion, die meist eine vitale Indikation stellt, selbst gerichtet.

Die Entzündung am Knochen tritt auf entweder als Periostitis oder als Osteomyelitis oder als Ostitis, je nachdem der krankhafte Prozeß entweder im Periost oder im Knochenmark oder im Knochengewebe selbst seinen Sitz hat.

Ostitis ist jedoch keine selbständige Form der Knochenentzündung, sondern nur eine Abart der Osteomyelitis. Sie unterscheiden sich nur dadurch, daß letztere in der Markhöhle des Knochens auftritt, die Ostitis dagegen in den Markräumen der Spongiosa oder in den Gefäßkanälen der Compacta. Die Veränderungen der umgebenden Knochensubstanz sind stets sekundär.

Die Entzündungserscheinungen sind entweder destruierende oder produktive (Schmaus). Den destruierenden liegen entweder Eiterungsprozesse im Innern des Knochens oder an seiner Oberfläche zu Grunde, oder es entsteht ein Granulationsgewebe, wie bei den tuberkulösen Prozessen. Der Schwund des Knochens entsteht durch lakunäre Arrosion, die Knochensubstanz wird „angefressen“ und „rarefiziert“. Man bezeichnet diesen Vorgang als entzündliche Osteoporose oder rarefizierende Ostitis. Die klinische Bezeichnung ist die der Caries des Knochens, welche zu Defektbildung am Knochen führt.

Der produktive Prozeß am Periost führt entweder zu einer derben schwieligen Verdickung desselben (Periostitis fibrosa) oder zur Bildung von Osteophyten (Periostitis ossificans). Bei der Osteophytenbildung entstehen ähnlich wie bei der Kallusbildung unter dem

Periost osteoide Bälkchen, welche verknöchern und allmählich dicker werden, später aber wieder ein spongiöses Gefüge erhalten. Bei diffuser Verdickung der Knochen spricht man von Hyperostose oder Periostose. Verwachsen zwei benachbarte Knochen (Wirbel etc.) mit einander, so wird dieser Vorgang als Synostose bezeichnet. Finden produktive Prezesse im Innern des Knochens statt, so schwinden die Markräume, und die spongiöse Substanz verwandelt sich in kompakte. Diesen der Osteoporose entgegengesetzten Zustand bezeichnet man als Osteosklerose. Abgrenzbare Verdickungen der Spongiosa heißen auch Enostosen.

Die Osteosklerose geht aber vielfach aus der Osteoporose hervor. Die rarefizierende Entzündung führt zuerst zu einer Aufblähung der Compacta des Knochens. Letztere wird daher porös. Bei später eintretender sklerotischer Umwandlung kann der Knochen dann sogar so hart und unförmig werden, daß man von einer Eburneation sprechen kann.

Belastungsdeformitäten der langen Röhrenknochen werden bei der akuten spontanen Osteomyelitis beobachtet. Eine Zusammenstellung hierhergehöriger Fälle hat im Jahre 1890 Oberst publiziert. Bei denselben hatte die entzündliche Osteoporose zu einer Erweichung der Knochen geführt, so daß die Belastung durch das Körpergewicht oder häufig schon der einfache Muskelzug bedeutende Verbiegungen und Achsendrehungen des Knochens erzeugen konnte.

Wie hochgradig die Veränderungen werden können, zeigen zwei neuerdings von J. Kisch beschriebene Fälle von Genu recurvatum osteomyeliticum, in denen es zu rechtwinkliger Stellung des Unterschenkels in Ueberstreckung gekommen war. J. Kisch beruft sich auf zwei ähnliche Fälle von Nicolaysen. Letzterer Autor bezieht diese Verkrümmungen auf ein abnormes Knochenwachstum in der Epiphyse, indem an ihrem Vorderteile eine Wachstumshemmung, an ihrem rückwärtigen Teile eine abnorme Steigerung der Knochenneubildung sich etabliert hätte. Auch Kisch führt zum Teil die Aetiologie auf ein krankhaftes Wachstum der Epiphysen zurück. Die statischen Momente haben nach Kisch aber auch eine Bedeutung insofern, als der vordere Teil der Epiphyse stärker komprimiert wird, während die rückwärtige Hälfte freieren Spielraum hat. Ob diese Annahme auch für Verkrümmungen am Schenkelhalse oder im Verlaufe der Diaphyse gültig ist, erscheint fraglich. Die diaphysären Formen der Verkrümmungen erreichen allerdings den Grad nicht wie die epiphysären Formen.

Die Deformitäten treten gewöhnlich erst auf, wenn die Patienten das Bett wieder verlassen haben. Nach Oberst ist, wie gesagt, aber auch schon die Muskelaktion im Bett hinreichend, um Verbiegungen am Schenkelhals zu erzeugen. Auch das Sitzen kann zur Ausbildung einer Deformität beitragen. Auf solche Weise entsteht eine typische bogenförmige Verkrümmung des Oberschenkels mit der Konvexität nach vorn. Eine häufige Veranlassung ist das schräge Aufsitzen des Oberschenkels auf Stelzbeinen.

Da sehr häufig bei der Abheilung der akuten spontanen Osteomyelitis schwere primäre Veränderungen an den Knochen und Gelenken entstehen, so sind osteomyelitische Verkrümmungen, wie Genu varum, Genu valgum, Pes valgus, oft auch nicht Folge der Knochen-

erweichung, sondern Folge der ursprünglichen eiterigen Einschmelzung oder der Ankylosierung. Auch schwere Kontrakturen, wie Flexions- und Adduktionskontrakturen der Hüftgelenke, sind zu verzeichnen.

Ferner kann eine Verkürzung des Beines, in seltenen Fällen eine Verlängerung, oder auch eine Ankylose des Kniegelenkes in gestreckter Stellung zu einer gewohnheitsmäßigen Auswärtsdrehung des Beines führen, welche in der Regel an wachsenden Knochen zu einer typischen Ausbildung des Plattfußes führen kann. Man wird allerdings auch hier an eine abnorme Weichheit der Knochen denken müssen.

Außerdem können ja auch Wachstumsanomalien entstehen durch Schädigung der Epiphysenlinie, wie durch Verschiebungen in dieser Linie, durch Trennung oder durch Vereiterung des Intermediärknorpels. Schließlich können Frakturen und Infraktionen eintreten, welche ebenfalls erhebliche Verkrümmungen im Gefolge haben. Die Ausbildung der Verbiegungen erstreckt sich oft auf die Dauer mehrerer Jahre. In den Fällen von Kisch verliefen die Verkrümmungen unter allmählicher Zunahme 3—5 Jahre lang.

Seitdem Quincke im Jahre 1894 das Vorhandensein von Typhusbazillen im Mark der Rippen und des Sternum von an Typhus verstorbenen Individuen konstatiert hat, ist dieser Frage wiederholt durch Untersuchungen näher getreten worden. So hat besonders Eug. Fraenkel auf die Selbständigkeit des Krankheitsbildes, das er als Osteomyelitis typhosa bezeichnet, hingewiesen. Es tritt bei derselben wohl ein fibrinöses Exsudat, aber keine Eiterbildung auf. Dadurch unterscheidet sie sich von der bei septischen und sonstigen infektiösen Prozessen, auch bei Typhus, zu beobachtenden sekundären metastatischen Osteomyelitis. Trotzdem geht aber auch diese Erkrankung in seltenen Fällen einher mit einer Einschmelzung von Spongiosabälkchen, so daß sie sich klinisch bemerkbar machen kann. Es war wiederum Quincke, welcher das klinische Bild der Spondylitis typhosa geschaffen hat, deren Kasuistik allerdings zur Zeit noch eine äußerst spärliche ist (Schanz).

Quincke macht unter anderem auf den relativ gutartigen Verlauf der Spondylitis typhosa aufmerksam, ferner auf den subakuten Verlauf und die Lokalisation. Sie lokalisiert sich nämlich mit Vorliebe am Uebergang der dorsalen in die lumbale Wirbelsäule. Neben der Osteomyelitis typhosa kommt nach Fraenkel vielleicht nur noch der von Chiari beschriebenen Osteomyelitis variolosa eine selbständige Bedeutung zu. Wenigstens ist nur noch bei letzterer das Vorkommen der eigentümlichen Fibrinherde des Knochenmarks, welchem Fraenkel bis zu einem gewissen Grad eine spezifische Bedeutung beilegt, mit Sicherheit beobachtet.

Bisher war nur die Rede von der Osteomyelitis der Diaphyse. Nicht minder beachtenswert ist die allerdings seltenere Osteomyelitis, die von der Epiphyse ihren Ausgang nimmt, somit nicht die einfache Fortleitung der Diaphysenerkrankung darstellt. In der Praxis werden die Fälle von isolierter akut-osteomyelitischer Erkrankung vielfach mit Tuberkulose verwechselt, besonders da relativ häufig das Hüftgelenk befallen ist. In der später noch zu erwähnenden Arbeit von Ph. Ferd. Becker findet sich unter 48 Fällen die Erkrankung 17mal am Hüftgelenk. Der Frequenz

nach folgen die Gelenke des Fußes, des Ellenbogengelenkes, das Kniegelenk, die Gelenke der Hand, schließlich das Schultergelenk. Die Erkrankung wurde schon in den ersten Lebensjahren beobachtet. Nach der Pubertätszeit kommt sie nur noch äußerst selten vor, im späteren Alter, wie die akute Osteomyelitis überhaupt, nicht mehr. In anatomischer Beziehung unterscheidet SCHUCHARDT zwei Formen: 1) die diffuse, von der Epiphyse auch auf die Diaphyse übergreifende Form und 2) die herdförmige Osteomyelitis, die weniger stürmisch und mehr chronisch verläuft. Die Herde brechen entweder ins benachbarte Gelenk durch oder bleiben extraartikulär. Bei kleineren Herden entsteht unter Umständen nur eine seröse Entzündung im Gelenk.

Die Kenntnis der anatomischen Verhältnisse der Epiphysenosteomyelitis verdanken wir hauptsächlich W. MÜLLER und dessen Schüler TH. FERD. BECKER. Früher haben auf das Leiden aufmerksam gemacht hauptsächlich VOLKMANN, SCHEDE, ferner v. BRUNS und HONSELL. Letztere haben besonders auch die am Schenkelhals vorkommenden Verbiegungen erwähnt. Der Schenkelhals ist verdickt und verbogen, zuweilen auch verlängert, wie die Abbildungen von BECKER und FROEHLICH (Nancy) zeigen.

Von großer Wichtigkeit für das Zustandekommen sekundärer entzündlicher Deformitäten sind die Veränderungen, die infolge der infektiösen Granulationswucherungen, Tuberkulose und Syphilis, an den Knochen auftreten. Die nächste Ursache ist hier die Zerstörung von Knochensubstanz im Verlaufe der fungösen oder gummösen Caries. Wir können deshalb die hierhergehörigen Deformitäten auch als Destruktionsdeformitäten bezeichnen.

Die Tuberkulose der Knochen hat ihren Hauptsitz an den Gelenkenden, und zwar, wie häufig bei der akuten eiterigen Osteomyelitis, an den spongiösen Epiphysenenden, ferner aber auch in der Spongiosa der Diaphysen der langen Röhrenknochen, sowie in den kurzen spongiösen Knochen. In der Regel handelt es sich um eine tuberkulöse Osteomyelitis, resp. Ostitis interna. Die Tuberkulose des Periostes ist sehr selten und kommt selbständig im Kindesalter kaum vor. Dagegen ist es nicht so selten, daß durch Fortleitung des Prozesses sich an eine eiterige Osteomyelitis eine eiterige Periostitis anschließt. Deshalb ist in der Umgebung von kariösen Prozessen nicht selten Osteophytenauflagerung zu finden. Außerdem findet durch die tuberkulösen Prozesse Auftreibung des Knochens statt.

Die Deformationen infolge von Caries tuberculosa bestehen in erster Linie in Knickungen und Lageveränderungen. In späterem Verlauf finden sich auch gewöhnlich sehr erhebliche Wachstumsstörungen, weil die Epiphysenlinien gewöhnlich nicht intakt bleiben. Niemals schließen sich die Verkrümmungen unmittelbar an den Beginn der tuberkulösen Knochenveränderungen an, sondern sie treten erst im Verlaufe der Heilung auf.

Da somit die tuberkulösen Knochenveränderungen an den größeren Röhrenknochen ihren Lieblingssitz in der schwammigen Substanz haben, so sind selten die Gelenke von der tuberkulösen Erkrankung frei. Am häufigsten sind Knie- und Hüftgelenk befallen. Daraus erklärten sich mit Leichtigkeit die schweren typischen Kontrakturstellungen, die nach der Heilung von Gelenkerkrankungen gefunden werden. Die Stellungsanomalie in den Gelenken ist in der Regel

mit sonstigen Bewegungsstörungen oder selbst mit totaler Ankylose kombiniert (Fig. 21).

Treten bei der als Spina ventosa bezeichneten Tuberkulose der Finger und Zehen, resp. der Phalangen, Metacarpal- oder Metatarsalknochen, starke Schrumpfungsprozesse ein, so kann es auch zur Ausbildung von schlottrigen, stielartig aufsitzenden Rudimenten der Finger kommen (Fig. 22). Infolge von Retraktion der Sehnen sind diese Rudimente gewöhnlich nach der Streckseite hin verlagert.



Fig. 21.

Bei der Tuberkulose der Wirbelsäule sind gewöhnlich mehrere Wirbelkörper zugleich befallen. Der Sitz ist gewöhnlich die untere Hälfte der Brust- und die obere Hälfte der Lendenwirbelsäule. Es entsteht eine winkelige Kyphose mit starker Deformierung des Thorax, die unter dem Namen Malum Pottii, Pottscher Buckel oder Gibbus bekannt geworden ist (Fig. 23).

Die nähere Schilderung des Entwickelungsganges der tuberkulösen Knochenveränderungen gehört nicht in den Rahmen unserer Besprechung. Andererseits sind die einzelnen Formen der tuberkulösen Deformitäten so vielgestaltig, daß ihre Besprechung zu sehr ins einzelne ginge, weshalb auf die speziellen Kapitel verwiesen werden muß. Die tuberkulösen Gelenkentzündungen werden weiter unten Erwähnung finden.

Bei der konstitutionellen Syphilis treten die Entzündungsherde meist nicht in der Markhöhle, sondern im Periost und in den engeren Binnenräumen der Knochen auf. In der Sekundärperiode finden sich gewöhnlich leichte



Fig. 22.



Fig. 23.



Fig. 24.

exsudative Erscheinungen, die allerdings unter heftigen „rheumatischen“ Knochenschmerzen verlaufen können, aber mit oder ohne Verdickung des anliegenden Knochengewebes (Tophi syphilitici) abheilen, wie am Schädel und an den langen Röhrenknochen.

In der Tertiärperiode tritt die spezifische gummöse Periostitis oder in selteneren Fällen die gummöse Osteomyelitis auf unter Bildung von Granulationsgewebe. Hierbei wird das Knochengewebe mehr oder weniger zerstört, es tritt Verkäsung und fettige Degeneration ein, an welche sich teilweise Resorption der Zerfallsmassen, teilweise Umwandlung in ein derbes, schwieliges Narbengewebe anschließt. Nicht immer kommt es zur Vereiterung der gummösen Massen. Befallen sind häufig wiederum der Schädel, die Clavicula, die Tibia, ferner die Knochen der Nase. Bei stärkerer Usur der Knochen spricht man von Caries syphilitica oder gummosa. In der Umgebung der gummösen Wucherung ist der Knochen wallartig verdickt. Es entstehen dadurch, z. B. am Schädel, typische Defekte.

Neben den Zerstörungsvorgängen finden auch Knochenneubildungen statt infolge von ossifizierender Periostitis. Diese Vorgänge führen oft, besonders häufig an den Tibiae, zu diffusen, spongiösen Hyperostosen (Fig. 24). Letztere treten ohne Eiterung auf und verlaufen sehr schmerzhaft (dolores osteocopi). Die Knochen sind manchmal äußerst porös und schwammartig aufgetrieben wie bei der rarefizierenden Ostitis. Bei osteoplastischer Ostitis werden die Knochen aber auch zuweilen sklerotisch verdickt und hart bei glatter Oberfläche.

An der Wirbelsäule vermag die Syphilis ähnliche Erkrankungen hervorzurufen wie die Tuberkulose. Neuerdings ist die Aufmerksamkeit hierauf von JOACHIMSTHAL gelenkt worden. Die syphilitische Kyphose hat ihren Lieblingssitz im oberen Abschnitt der Brustwirbelsäule, und man hat deshalb an die direkte Fortleitung syphilitischer Prozesse vom Hals aus auf die Wirbelsäule gedacht. Es entsteht eine Periostitis gummosa, die allmählich tiefer greift und Defekte hervorrufen kann wie bei der Caries tuberculosa. Der Prozeß neigt aber weniger zu Eiterung als der tuberkulöse.

Wichtige Veränderungen spielen sich bei der kongenitalen Syphilis an den Extremitätenknochen ab, und zwar an der Grenze von Diaphyse und Epiphyse. Die Wucherungszone des Knorpels erscheint wie bei der Rachitis vergrößert. Deutlicher und mächtiger zeigt sich aber hier die Verbreiterung der Verkalkungszone, welche einerseits unregelmäßig zackig in die Knorpelwucherungszone hineinragt, andererseits unterbrochen ist durch ein unverkalktes (entzündliches oder gummöses) Gewebe. Die Verbreiterung der Zone der Kalkeinlagerung bedingt eine mürbe oder spröde Konsistenz derselben. Die Knochenbälkchen an der angrenzenden Diaphyse sind schmal und an Zahl verringert. Dies kann zu einer vollständigen Loslösung der Epiphyse von der Diaphyse führen. Beide werden zuweilen noch durch das verdickte Periost oder durch Osteophytenbildung zusammengehalten. Die spontane Epiphysenlösung beim Neugeborenen gilt als ein wichtiges Zeichen der kongenitalen Syphilis. Die Osteochondritis syphilitica kommt an den Epiphysen aller Röhrenknochen vor. Es kommen auch Eiterungen bei der syphilitischen Osteochondritis vor, entweder durch Nekrose oder durch Auftreten osteomyelitischer Granulationsherde. Das Leiden sieht dann der Tuberkulose ähnlich. Da dabei die Epiphysenknorpel gewöhnlich zerstört werden, so bleibt die Extremität im Wachstum zurück (cf. Fig. 25 obere Extremitäten).



Fig. 25.

Ferner treten bei der ererbten Syphilis im Kindesalter in seltenen Fällen mehr oder weniger hochgradige Verkrümmungen der langen Röhrenknochen der unteren Extremitäten auf. Besonders die Tibiae sind relativ häufig bogenförmig nach vorn verkrümmt (Fig. 25). Wegen der bogenförmigen Verkrümmung spricht Fournier von tibia en lame de sabre (Säbelbein). Wegen der Aehnlichkeit mit Ostitis deformans wird die Erkrankung auch als Ostitis deformans syphilitica bezeichnet (Hutchinson, Fournier, Berne). Die Tibia ist nicht nur verkrümmt und verdickt, sondern auch verlängert, was wahrscheinlich zum Teil auf entzündliche Reizung der Epiphysenlinie zurückzuführen ist. Sie steht deshalb in keinem richtigen Größen-

verhältnis zum Rumpf und zu den oberen Extremitäten. Die Deformität soll auch bei früh erworbener Syphilis vorkommen. Derartige Fälle sind hauptsächlich von französischen Autoren mitgeteilt worden. In der deutschen Literatur haben neuerdings WIETING und HOFFA auf das Leiden hingewiesen. Ob eine Analogie mit der PAGETschen Knochenerkrankung vorliegt, wie HOFFA auf dem Chirurgenkongreß 1904 angegegen hat, bleibe dahingestellt.

Die chronischen, nicht eiterigen Knochenentzündungen teilt ZIEGLER ein in Periostitis hypertrophicans und Ostitis deformans.

Die Periostitis hypertrophicans, deren Aufzählung uns nur noch übrig bleibt, findet sich bei der Akromegalie (MARIE), Pachyakrie (v. RECKLINGHAUSEN) und Osteoarthropathie hypertrophiante pneumique (MARIE). Das Gemeinsame dieser Zustände besteht in der Massenzunahme der Knochen durch periostale Wucherungen. Mit Riesenwuchs sind sie nicht identisch.

2. Kontrakturen.

Unter Kontraktur eines Körperteiles versteht man die permanente Beugestellung desselben.

Meist handelt es sich um Kontraktur eines Gelenkes oder Gelenkkomplexes. Man spricht aber auch von Kontrakturen des Rumpfes, des Kopfes, des Schulterblattes etc.

Ursprünglich bedeutete Kontraktur permanente Zusammenziehung eines Muskels. Der Name entstand zu einer Zeit, in der man der einseitigen Wirkung der Muskulatur einen allzu großen Einfluß auf die Ausbildung der Deformitäten beimaß. Wir haben nun oben gesehen, wie sich die Autoren allmählich von der antagonistischen Theorie loslösten, so daß von einer einheitlichen Aetiologie der Kontrakturen nicht mehr die Rede sein kann. Nur für die paralytischen Kontrakturen gilt heute die mechanisch-antagonistische Theorie SEELIGMÜLLERS.

Wird ein Muskel durchtrennt oder gerät er in einen länger dauernden Kontraktionszustand, so werden neben den aktiven Kräften in Form von Kontraktionen auch passive Kräfte, welche KÖNIG mit dem Namen „elastische“ bezeichnet, wirksam. Letztere sind nicht vom Nervensystem abhängig und deshalb nicht mit dem Tonus der Muskeln zu verwechseln. Die Retraktion des Bindegewebes ist ebenfalls als Folge seiner Elastizität aufzufassen. Kontraktion und Elastizität, „Zusammengeschnürtsein“ und „Geschrumpftsein“, sind nach KÖNIG die wirksamen Kräfte beim Zustandekommen einer Kontraktur. Wir können dem von KÖNIG eingenommenen Standpunkte Rechnung tragen, indem wir unterscheiden zwischen aktiven und passiven Kontrakturen. Zu den aktiven Kontrakturen rechnen wir die durch Reizung des zentralen Nervensystems entstandenen spastischen Kontrakturen, die hysterischen Kontrakturen und die bei den verschiedenen Erkrankungen vorkommenden, durch Schmerzen erzeugten reflektorischen Kontrakturen, d. h. diejenigen Kontrakturen, welche primär durch Muskelkontraktion zu stande gekommen sind und in der Narkose nachlassen, ferner die durch verschiedene Muskelerkrankungen, z. B. Polymyositis, erzeugten Kontrakturen. Unter den passiven Kontrakturen haben wir die durch sekundäre Schrumpfungsprozesse entstandenen Ver-

kürzungen der Muskeln zu verstehen, wie sie im Gefolge von fehlerhaften Gelenkstellungen, Belastungsdeformitäten, paralytischen Deformitäten und im Anschluß an Entzündungen und Narbenbildungen auftreten. Die aktive Kontraktur kann in die passive und die passive Kontraktur in die Ankylose übergehen.

In jedem Lebensalter werden Kontrakturen beobachtet. Nach der Zeit ihrer Entstehung teilen wir deshalb die Kontrakuren ein in angeborene und erworbene. Letztere bilden die Mehrzahl.

Für die Entstehung intrauterin bereits vorhandener Kontrakturen kommen wieder sowohl äußere Ursachen in Betracht als innere. Sie werden meist durch längere Zeit eingehaltene ruhige Lagerung, Bewegungsbehinderung, eventuell durch Druck seitens des Uterus hervorgerufen. Auch multiple angeborene Kontrakturen werden beobachtet. Wir haben schon darauf hingewiesen, daß es außerordentlich schwierig ist, die intrauterinen Belastungsdeformitäten von den intrauterinen Kontrakturen zu trennen. Selbst die Trennung von den kongenitalen Luxationen läßt sich manchmal schwer durchführen (z. B. am Knie).

Von den aktiven angeborenen Kontrakturen sind zu erwähnen die spastischen Kontrakturen zentralen Ursprunges, von denen besonders die angeborene spastische Gliederstarre Gegenstand der chirurgisch-orthopädischen Behandlung geworden ist.

Zu den angeborenen Kontrakturen gehören ferner die passiven oder sekundären Kontrakturen beim angeborenen Klumpfuß. Die oft hochgradige Atrophie der Unterschenkelmuskulatur weist jedoch auch auf direkte Schädigung der Muskulatur durch Druck hin, abgesehen von den Fällen, bei welchen ein Einfluß des Nervensystems unverkennbar ist. Die Kontraktur der Muskulatur ist beim Neugeborenen stets leicht zu überwinden. Die Rigidität nimmt aber bei fortschreitendem Alter mehr und mehr zu. Das gilt auch für diejenigen Deformitäten, welche durch Defekt oder rudimentäre Entwickelung einzelner der langen Röhrenknochen, besonders am Unterschenkel und am Vorderarm, ausgezeichnet sind.

Auch der angeborene Schiefhals (Caput obstipum) ist zu nennen.

Ferner gibt es Kontrakturen, die noch im späteren Leben zum Vorschein kommen, deren Ursachen aber auf Muskelerkrankungen infolge fehlerhafter embryonaler Anlage zurückzuführen sind.

Die aus inneren, kongenitalen Ursachen ohne äußere Einflüsse entstehenden Muskelkrankheiten nennt A. Schüller Muskelkrankheiten endogenen Ursprunges. Zu dieser Gruppe gehören die Dystrophia muscularis progressiva, ferner die Muskelaplasie oder der angeborene Muskeldefekt, der manchmal schwer von der Dystrophie zu unterscheiden ist, Bing hat nachgewiesen, daß die kongenitalen Muskeldefekte am häufigsten diejenigen Muskeln betreffen, die auch bei der Dystrophie zu Grunde zu gehen pflegen.

Manche Stellungsanomalien des Schulterblattes, die allerdings nicht zu den Gelenkkontrakturen, wohl aber zu den Verlagerungen, bei denen Muskelaktion mitspielt, zu rechnen sind, sind auf derartige angeborene Ursachen zurückzuführen, weshalb es nicht überflüssig ist, sie hier zu erwähnen.

A. Schüller erwähnt ferner die universelle kongenitale Muskelhypoplasie, die Thomsensche Krankheit (Myotonia congenita), die allge-

meine oder partielle Muskelhyperplasie, die Myoplegie oder familiäre periodische Lähmung, schließlich die Myositis ossificans progressiva, die auch zu den konstitutionellen Anomalien gerechnet wird.

Ihren Ursachen nach könnte man die Kontrakturen ebenfalls einteilen 1) in solche traumatischen Ursprunges, 2) in Kontrakturen infolge konstitutioneller Erkrankungen, 3) in statisch-habituelle, 4) in sekundär-entzündliche Kontrakturen. Da aber die statisch-habituellen Kontrakturen keine Unterabteilung der Kontrakturen infolge konstitutioneller Erkrankungen darstellen und in dieser Beziehung eine Abweichung von der Einteilung der Belastungsdeformitäten vorhanden ist, außerdem in jener Einteilung gewisse Degenerationsprozesse nicht miteingeschlossen sind, so erscheint es zweckmäßig, die Kontrakturen ätiologisch einzuteilen:

1) in solche traumatischen Ursprungs,

2) in Kontrakturen infolge konstitutioneller, entzündlicher und degenerativer Prozesse an den Gelenken, Muskeln und Nerven,

3) in statisch-habituelle Kontrakturen.

1.

Auch bei den traumatischen Kontrakturen können wir wie bei den traumatischen Belastungsdeformitäten eine primäre und eine sekundäre Form unterscheiden.

Die primäre Form ist bedingt durch Dislokation der Fragmente, welche sich der normalen Bewegung entgegenstellen oder nur einen Teil der artikulierenden Flächen übrig lassen, ferner durch akute Exsudate.

Sekundär entstehen traumatische Kontrakturen durch Veränderungen, welche im Anschluß an Verletzungen der Knochen und Gelenke auftreten. Daß an ein Trauma der Gelenkenden osteoarthritische Prozesse sich anschließen können, ist oben schon erwähnt worden. Ebenso kann reine Arthritis deformans durch ein Trauma veranlaßt sein, wie wir dies am Hüftgelenk und am Schultergelenk beobachten können, ferner am Knie- und Ellenbogengelenk bei neuropathischer Disposition, bei Lues, Gonorrhoe etc. Auch Tuberkulose des Gelenkes und andere schwere Gelenkentzündungen werden gelegentlich, besonders in der Unfallheilkunde, als sekundär traumatische aufgefaßt.

Daß Blutergüsse in die Gelenkhöhle und Zerreißung der Weichteile des Gelenkes von schädlichem Einfluß für das Gelenk sein können, hat schon Volkmann hervorgehoben. Zunächst ist eine gewisse Laxität des Gelenkes als Folge zurückgebliebener Dehnungsverlängerung einzelner Kapselpartien oder Bänder nicht selten. Die Verschiebung der Gelenkflächen ruft aber fortwährend Zerrungen hervor, wodurch eine Disposition zu rezidiven Distorsionen unterhalten wird. Derartige Rezidive treten ziemlich häufig am Fußgelenk und am Kniegelenk auf, besonders bei Patienten mit hohem Körpergewicht. Die Unfallchirurgie ist reich an derartigen Beispielen. Ohne therapeutische Maßregeln sind die Beschwerden

bei fortgesetztem Gebrauch des betreffenden Gliedes nicht gering. Die weiteren Folgen sind schmerzhafte Gelenkstellungen: Pes valgus, Genu valgum, varum oder recurvatum, chronische Arthromeningitis ohne Neigung zur Bildung von Eiter und Granulationsgewebe, Verdickung der Kapsel, chronischer Hydrarthros. Weiter erwähnt VOLKMANN schmerzhafte Rigidität des Gelenkes, bedingt entweder durch Exsudate und Bindegewebsneubildung in den Muskeln, Fascien, Sehnenscheiden und im periartikulären Zellgewebe, oder in schweren Fällen durch Verwachsungen der Sehnen mit den Sehnenscheiden, durch Sehnenscheidenhygrome und durch fehlerhafte Insertionen abgerissen gewesener Muskeln etc. Erfolgt nämlich die Resorption des Blutes nicht rasch, so entsteht ein seröser Erguß in die Gelenkhöhle, oder das Blut gerinnt, zerfällt in Koagula, welche resorbiert werden, in selteneren Fällen sich aber nach Art thrombotischer Massen organisieren und in Bindegewebe umgewandelt werden. Vielfach findet sich auch der Hinweis auf fibröse Entzündungen, die zu einer Verklebung der sich faltenden Kapselteile führen. Zu einer besonders stark an Kugelgelenken sich findenden Faltung der Gelenkkapsel muß es deshalb kommen, weil die Kapsel sich bei den einzelnen Bewegungen nicht dehnen kann. Ein prägnantes Beispiel ist die Kapselfaltung am unteren Abschnitt des Schultergelenkes. Tritt hier Verlötung ein, so ist die Erhebung des Armes beeinträchtigt.

Aber auch ohne entzündliche Reize und ohne Blut in das Gelenk und allein schon durch länger dauernde, permanente Fixation eines Gelenkes kann es zu narbiger Schrumpfung der Weichteile, vor allem der Gelenkkapsel, kommen. Zn erwähnen wäre auch die nutritive Verkürzung der Muskeln, die durch andauernde Annäherung der Insertionspunkte der Muskeln entsteht. Es ist dies ein Zustand der Atrophie infolge dauernder Verminderung der Gewebsspannung.

Quetschungen und Zerreißungen der Muskeln können ferner zu Kontrakturen Veranlassung geben, solange die passive Dehnung derselben schmerzhaft ist. Eine heftige sekundär-traumatische Entzündung mit Zerstörung des Muskelgewebes und intensiv narbiger Schrumpfung liegt den sogenannten ischämischen Kontrakturen (VOLKMANN, LESER) zu Grunde. Die Entzündung entsteht bei länger dauernder Unterbrechung der arteriellen Zirkulation in den Muskeln infolge von einschnürenden Verbänden und elastischer Konstruktion. Dabei verfällt die kontraktile Substanz einer raschen Zerstörung, sie gerinnt, degeneriert und wird unter gleichzeitiger Kernwucherung resorbiert. Ischämische Kontrakturen sind außerordentlich widerstandsfähig gegen Dehnungsversuche. Auch nach Verletzung größerer Gefäße (VOLKMANN), nach Verstopfung von solchen (SCHLOFFER) und nach längerer Einwirkung stärkerer Kältegrade (KRASKE) sind ischämische Kontrakturen beobachtet worden. Jedenfalls wirkt aber auch die direkte Läsion des Muskelgewebes sowohl infolge des von außen her als von innen her wirkenden Druckes mit bei der Zerstörung des Muskelgewebes (Fig. 26). An eine direkte Läsion ist wohl auch bei manchen Formen des muskulären Schiefhalses zu denken.

Im allgemeinen sind Kontrakturen infolge von Muskelverletzungen ohne gleichzeitige Entzündung selten. Häufiger kommen Kontrakturen vor nach Verletzung von Sehnen. So kann eine einfache Schnitt- oder Rißwunde zur Kontraktur führen, wenn nach



Fig. 26.

Eröffnung von Sehnenscheiden die Sehnen an der Verwachsung mit der Haut teilnehmen. Je ausgedehnter die Substanzverluste sind, desto unangenehmer machen sich die Verwachsungen geltend.

Kontrakturen, ausgehend von der Haut, kommen vor nach der Heilung ausgedehnter Brandwunden, wie sie beim Verbrennen der Kleider oder beim Ueberschüttetwerden mit heißen Flüssigkeiten entstehen. Derartige Kontrakturen werden beobachtet am Hals, in der Achselhöhle (Fig. 27), an den Fingern und in der Kniekehle. Bei Brandwunden am Hand- oder am Fußrücken werden auch Streckkontrakturen beobachtet. Die Brandnarben können in Form flughautähnlicher Verwachsungen auftreten. Die Vernarbung besteht darin, daß gefäßreiches Granulationsgewebe immer mehr zu einem dichten, gefäßarmen Bindegewebe zusammenschrumpft.



Fig. 27.

2.

Zu den konstitutionellen Ursachen der Kontrakturen gehört vor allem die Gicht.

Unter Gicht, Arthritis urica s. uratica, verstehen wir eine chronische Allgemeinerkrankung, welche sich im wesentlichen äußert in einer verminderten Alkalescenz des Blutes infolge von Ueberladung mit harnsauren Salzen und in Ablagerung derselben hauptsächlich in den Gelenken. Speziell sind die Gelenkknorpel und die fibrösen

Gewebe als Sitz der Niederschläge von harnsaurem Natron zu bezeichnen. Als prädisponierendes Moment hat man die Langsamkeit der Blut- und Saftbewegung an diesen Geweben angenommen.

Obwohl die Gicht chronisch verläuft, hat sie doch akute Anfälle, die unter heftigen Schmerzen und unter den Erscheinungen heftiger Gelenkentzündung verlaufen. Es kann sogar mit einem einzigen Anfall sein Bewenden haben trotz bestehen bleibender gichtischer Diathese. In diesem Fall können sich die lokalen Veränderungen wieder größtenteils zurückbilden. Von einer chronischen Gicht pflegt man erst zu reden, wenn die Erkrankung zu stärkeren Veränderungen der Gelenkenden geführt hat.

Was die Ursache der Gicht betrifft, so sind die Ansichten geteilt. Sie kommt vorwiegend in den gemäßigten Zonen vor. In Europa ist sie besonders in England stark vertreten. Manche Untersuchung und Aufklärung über die Krankheit ist denn auch von englischen Aerzten ausgegangen. Aufschluß hierüber gibt das von Dippe übersetzte Werk von Dyce Duckworth.

Duckworth erklärt die Harnsäure als die Materia peccans der Gicht. „Keine Harnsäure, keine Gicht". Duckworth gibt aber auch zu, daß Gicht und gichtische Veränderungen bestehen können, ohne daß Ablagerungen von Harnsäure nachweisbar sind. In diesem Falle sind die Veränderungen trotzdem auf den schädlichen Einfluß der Harnsäure zurückzuführen. Dadurch ist der Rheumatismus, fälschlich „rheumatische Gicht" genannt, von der Gicht prinzipiell verschieden.

Ob aus der Anwesenheit von Harnsäure im Blut im Uebermaß und von Depots derselben in den Geweben auf eine primäre Ursache der Gicht, oder nur auf eine Folge der Krankheit, wie z. B. Ralfe will, geschlossen werden darf, ist nach dem heutigen Stand der Lehre von der Gicht noch eine offene Frage, um welche sich besonders die Therapeuten bemühen. Auch als Neurose ist die Krankheit aufgefaßt worden.

In ätiologischer Beziehung ist noch zu erwähnen, daß das männliche Geschlecht in den mittleren Jahren häufiger von der Krankheit betroffen ist als das weibliche, und zwar wiegt bei jenem die akute Form der Gelenkerkrankung vor. Mit Vorliebe etabliert sich die Krankheit zuerst in dem Grundgelenk der großen Zehe in Form einer heftig schmerzenden umschriebenen Entzündung, die in seltenen Fällen sogar bis zur Eiterung fortschreiten kann. Nach und nach werden auch die anderen Gelenke der Zehen, die Gelenke der Finger, dann die Gelenke von Tarsus und Carpus und schließlich ohne bestimmte Reihenfolge die größeren Gelenke befallen.

Nach Duckworth bleibt das Hüftgelenk stets frei, während es bei der rheumatischen Arthritis häufig und oft recht schwer befallen ist. Auch eine erbliche Disposition wird für die Gicht angenommen. Ferner ruft chronische Bleivergiftung nicht selten Erscheinungen der Gicht hervor.

Die pathologisch-anatomischen Veränderungen sind beim akuten Beginn zunächst die der Entzündung, resp. der serösen Exsudation. Das Gelenk ist geschwollen, gerötet und die Umgebung ist ödematös. Gleichzeitig beginnt eine Ablagerung harnsaurer Salze in den Knorpel, die Gelenkkapsel, die Gelenkbänder und in die Umgebung des Gelenkes in Gestalt weißer, eingesprengter Inkrustationen, bestehend aus harnsaurem Natron (nicht aus kohlensaurem Kalk).

Die heftigen Entzündungserscheinungen sind nicht anhaltend, rezidivieren aber gewöhnlich, und es kommt dann bei chronischem Verlauf zu bleibenden Veränderungen an den Gelenken, zu Auffaserung und zu Zerfall des Knorpels („Ulcerationen"), Verdickung der Synovialis und zur Bildung von Deformationen der Gelenkenden. Die Gelenke bekommen ein spindelförmiges, höckeriges Aussehen, oder es treten abnorme Stellungen ein. Die Gelenke werden außerdem mehr und mehr steif, die Muskulatur magert ab. Durch Ablagerung von Uraten bilden sich die sogenannten Tophi oder Gichtknoten, kleinste bis erbsengroße, selten größere, anfangs weiche, später härtere, rundliche Anschwellungen. Dieselben bestehen größtenteils aus nadelförmigen Kristallen von harnsaurem Natron und aus Fibrin. Diese lagern sich zu isolierten Anschwellungen im Innern der Gelenke, an den Weichteilen der Gelenke, in der Umgebung derselben, z. B. in den Sehnen und Schleimbeuteln, aber auch an entfernteren Stellen unter der Haut (z. B. an den Ohrmuscheln) ab. Brechen die Gichtknoten auf, so entleeren sich die Urate als breiige Massen. Als HEBERDENschen Knoten, Nodi digitorum, bezeichnet man die knotige Verdickung der Interphalangealgelenke bei älteren Leuten, bei denen Gicht nicht mit Sicherheit angenommen werden kann. Harnsäure-Ablagerungen finden sich bei ihnen nicht.

Ferner kommen an den Rändern der Gelenkflächen Auswüchse vor. Die Randauswüchse sind nach DUCKWORTH echte Exostosen, während sie bei der chronischen rheumatischen Arthritis Ekchondrosen darstellen.

Bei chronischer Gicht weichen die Finger, am stärksten der Zeigefinger, nach der Ulnarseite in charakteristischer Weise ab („Seehundsflosse"). Die große Zehe stellt sich in Abduktion. Auch einzelne Endphalangen der Finger, namentlich bei Frauen, können Seitwärtsstellungen annehmen. Beugungen der Endphalangen sieht man zuweilen bei Männern an den mittleren Fingern. Außerdem kommen, wie auch beim chronischen Rheumatismus, die verschiedenartigsten Mißgestaltungen vor, wie schon die Namen besagen: Froschhand (Schwellung des Handgelenkes, bei der die Seitenkontur des Vorderarmes sich geradling zur Hand verbreitert [SPITZY]), Affenhand, Klauen- und Krallenhand, Pfotenhand (Schreibfederhaltung) etc.

CHARCOT unterscheidet für die Kontrakturen der Phalangealgelenke zwei Typen, einen Extensionstypus, bei welchem Grund- und Endphalanx flektiert, Mittelphalanx aber extendiert ist, und einen Flexionstypus, bei dem Grund- und Endphalanx extendiert, Mittelphalanx aber flektiert ist.

Abweichungen von diesen Typen sind ziemlich häufig. So können Kontrakturen vorkomme, die den DUPUYTRENschen ähnlich sehen.

Von den Ablagerungen in innere Organe, in die Haut etc., ferner von den Veränderungen des Harnes haben wir hier nicht zu berichten.

Im Anschluß an die Besprechung der Gicht haben wir den chronischen Gelenkrheumatismus zu erwähnen. Derselbe wird oft als Arthritis deformans bezeichnet. Leider sind wir aber noch nicht im stande, diejenige Arthritis deformans, die wir bei Gicht beobachten können, wenn Niederschläge von Harnsäure fehlen, pathologisch-anatomisch von derjenigen Arthritis deformans mit Sicherheit zu unterscheiden, die nach HOFFMANN als ein Endstadium des chronischen Rheumatismus anzusehen ist. Es gibt nur Unterschiede dem Grad und der Lokalisation nach.

Wir verstehen unter chronischem Gelenkrheumatismus eine progressiv fortschreitende Veränderung der Gelenke, welche damit beginnt, daß sich der Knorpel zerfasert, von Blutgefäßen und Bindegewebszellen der wuchernden Synovialis verdrängt und in Bindegewebe umgewandelt wird, während die Synovialis selbst Knorpel aufweisen kann oder hypertrophische Gelenkzotten bildet. Die Erscheinungen tragen zum Teil den Charakter der Entzündung, zum Teil den der regressiven Ernährungsstörungen.

Während also bei der Arthritis deformans von Anfang an Knorpel- und Knochenneubildung neben regressiven Veränderungen am Knochen auftritt, besteht beim Rheumatismus zunächst nur die Neigung zu entzündlichen Schwellungen und Veränderungen der bindegewebigen Apparate.

Somit kann allerdings für die Anfangsstadien ein Unterschied zwischen Arthritis deformans und chronischem Gelenkrheumatismus konstruiert werden. Wenn die Deformierung der Gelenkenden selbst noch nicht deutlich ausgesprochen ist, werden wir ja auch von Arthritis deformans noch nicht reden können.

Diese Verschiedenheit ist nach Hoffmann nur eine scheinbare. Denn selten wird Arthritis deformans in den Anfangsstadien diagnostiziert, und auch pathologisch-anatomisch sind nur höhere Grade bekannt. Ferner beteiligen sich in späteren Stadien des chronischen Rheumatismus Knorpel, Periost und Knochen ebenso wie bei der Arthritis deformans.

Es kann somit letztere als ein spezifisches Krankheitsbild, wie auch oben schon erwähnt wurde, nicht aufgefaßt werden. Trotzdem wird man der Arthritis deformans des Hüftgelenkes eine gewisse selbständige Stellung einräumen, wenigstens in klinischer Hinsicht, wenn sie isoliert vorkommt.

Die Krankheit schließt sich entweder an einen akuten Gelenkrheumatismus an, der wie die Gicht auch in mehreren Anfällen auftreten kann, oder er verläuft von vornherein chronich ohne näher bekannte Ursache. Es gibt eine monoartikuläre und polyartikuläre Form. Erstere befällt häufig das Knie- und das Ellenbogengelenk, letztere findet sich in der Regel an kleineren Gelenken, aber auch das Hüftgelenk bleibt nicht frei. Die Verteilung auf die einzelnen Gelenke ist nicht selten eine symmetrische.

Die Kontrakturen und Verunstaltungen der Gelenke beim Rheumatismus sind den bei der Gicht vorkommenden ähnlich. Zu ihnen gehören die Ablenkung der Finger nach dem Ulnarrand und die verschiedenartigen Stellungsanomalien der Phalangen, ferner die Valgusstellung der großen Zehe. Die großen Gelenke, die befallen sind, sind verdickt, in ihren Bewegungen eingeschränkt, sowie gewöhnlich etwas gebeugt. Wegen Abmagerung der angrenzenden Weichteile tritt die Verdickung um so deutlicher hervor.

Was man gewöhnlich als Arthritis pauperum bezeichnet, gehört zur chronischen rheumatischen Arthritis. Die Bezeichnung Malum senile wird man nicht mehr aufrecht erhalten können, seitdem man weiß, daß alle Formen des chronischen Gelenkrheumatismus auch im Kindesalter vorkommen. Wir verdanken hierüber einer Arbeit von Spitzy näheren Aufschluß. Der Rheumatismus nodosus (Přibram) der Kinder zeichnet sich besonders durch knotige Schwellung und Kontrakturstellung der Gelenke, besonders der Finger- und Zehen-

gelenke, durch teigige Schwellung der Umgebung der Gelenke und durch Atrophie der Muskulatur aus. Die Prognose ist schlecht, obwohl das Herz nicht in Mitleidenschaft gezogen ist. In manchen Fällen ist die große Zehe abnorm lang und dick wie bei der Arthritis urica. Drehmann konstatierte das Vorkommen rheumatischer Gelenkerkrankungen auch im Säuglingsalter.

Sogar starke Entwickelungshemmung der Extremitätenknochen mit Subluxation an den Gelenken kann, wie Hoppe-Seyler nachgewiesen hat, sich an einen in der Kindheit begonnenen polyarthritischen Prozeß anschließen, der somit deutlich die Gelenkenden der Knochen in Mitleidenschaft zieht.

Wir haben oben gesehen, daß die Veränderungen beim chronischen Gelenkrheumatismus als Bindegewebswucherung beginnen. Man hat deshalb den chronischen Gelenkrheumatismus auch als Rheumatismus fibrosus bezeichnet. Schließt sich hieran nun auch Neubildung von Knorpel, so beginnt damit der Krankheitszustand, den wir als Arthritis deformans bezeichnet haben. Arthritis deformans ist indes nicht der einzige Ausgang des chronischen Gelenkrheumatismus. Trägt das Krankheitsbild hauptsächlich den Charakter der chronischen Hypertrophie der Gelenkkapsel, so reden wir von Arthritis prolifera. Auch diese tritt unter den Zeichen der Entzündung auf und wird deshalb ebenfalls als chronisch-rheumatische Gelenkentzündung bezeichnet. Der Erguß ins Gelenk ist aber gewöhnlich ein geringer und kann ganz verschwinden, weil schwere entzündliche Erscheinungen der Synovialis fehlen. Sekundär kann allerdings nach stärkerer Gelenkveränderung und ödematöser Durchtränkung der Umgebung ein chronischer Hydarthros, besonders am Kniegelenk, auftreten. Es entsteht auf diese Weise trotz der Beeinträchtigung der physiologischen Bewegungen ein Schlottergelenk. Die Membran verdickt sich, die Gelenkzotten hypertrophieren, und es kommt zur Wucherung neuer Gelenkzotten. In diesem Zustand kann die Erkrankung noch in Arthritis deformans übergehen. Es tritt dann auch in den Gelenkzotten Knorpel auf, welche durch Abschnürung die Bildung von Gelenkmäusen verursachen können. Nehmen aber die Zotten stark überhand, so spricht man von einem Zottengelenk. Auch durch Ablösung von Zotten kann es zur Bildung von freien Gelenkkörpern kommen. Sobald diese Gelenkkörper sich zwischen den Gelenkenden „einklemmen", kommt es, wie im Kniegelenk, zur Kontrakturstellung des Gelenkes, welche sich erst wieder auslöst, wenn die Einklemmung beseitigt ist. Die Bezeichnung dérangement interne hierfür ist zugleich Sammelname für eine Reihe von Zufällen, welche zu plötzlich eintretenden Kontrakturstellungen des Kniegelenkes führen.

Als weitere Form des chronischen Gelenkrheumatismus hat Schüller die Arthritis chronica rheumatica ankylopoetica aufgestellt. Dieselbe führt, wie der Name andeutet, durch derbe Schrumpfung der Gelenkkapsel und Verödung der Gelenkzotten, resp. des Gelenkinneren, zur bindegewebigen, in weit vorgeschrittenen Fällen auch zur knöchernen Verwachsung der Gelenke, die entweder sich nur auf einen Teil der Gelenkoberfläche erstreckt oder den ganzen Gelenkraum einnimmt.

Fettentwickelung in den hypertrophierten Gelenkzotten führt zur Lipombildung und in Fällen ausgedehnter Zottenbildung mit Fetteinlagerung entsteht das sogenannte Lipoma arborescens. Die

Zotten sind bei dieser Affektion gestielt, finger-, zungen- oder polypenförmig, von gelbem oder bläulichrotem Aussehen und haben im Falle ihrer Loslösung die Form von Melonenkernen. Das Lipoma arborescens kommt in der Regel nur vereinzelt, und zwar im Kniegelenk vor. Das Gelenk ist geschwollen, schmerzhaft und zeigt beim Betasten teigige Beschaffenheit, zuweilen Knirschen und Pseudofluktuation. Auch diffuse lipomatöse Wucherungen, besonders zu beiden Seiten der Patella und an der vorderen Fläche des Oberschenkels werden beobachtet. Neuere Untersuchungen hierüber existieren von Hoffa und Becher.

Beim chronischen Muskelrheumatismus scheint ebenfalls mehr und mehr angenommen zu werden, daß die rheumatische Erkrankung vom Bindegewebe des Muskels ausgeht. Wie der chronische Gelenkrheumatismus, so beginnt nämlich auch er mit Bindegewebsneubildung, und zwar in Gestalt von sogenannten rheumatischen Schwielen (Froriep), deren Existenz indes vielfach bestritten wird. Von den Muskeln, die häufig ergriffen werden, sind zu nennen der Deltoideus, der Occipito-frontalis, der Trapezius, die Intercostales, der Sacrolumbalis. Die Kontrakturen entstehen nicht durch Wirkung der betreffenden Muskeln, sondern der Muskeln der Umgebung, und zwar entweder reflektorisch oder aus statischen Gründen. Beau hat schon im Jahre 1862 auf die Kontraktion des Pectoralis major, des Teres major und des Latissimus dorsi bei rheumatischen Schmerzen im Deltoideus aufmerksam gemacht. Bei dieser Erkrankung wird der Oberarm fest an den Thorax angedrückt und die Schulter steht tiefer. Die kontrahierten Muskeln sind selbst nicht schmerzhaft. Bei Rheumatismus im Trapezius entsteht eine Kontraktur des Sternocleidomastoideus. Bekannt sind ferner die Haltungsanomalien des Rumpfes bei der als Lumbago bezeichneten rheumatischen Affektion der Rückenmuskulatur. Die Kontraktur kann sowohl nach der kranken Seite hin gerichtet sein, z. B. durch Kontraktion des Quadratus lumborum (nach Beau), als auch nach der gesunden. Jeder Fall hat seine Besonderheiten.

Nicht nur in der Gelenkkapsel und im Muskel, sondern auch in Sehnen und Fascien finden sich die sogenannten rheumatischen Schwielen, welche wegen ihrer Schmerzhaftigkeit ebenfalls Bewegungsstörungen, steifen Gang etc. hervorrufen können. Von größeren Fascien ist besonders die Galea aponeurotica, die große Nacken- und Rückenfascie, die Fascia lumbodorsalis und die Fascia lata befallen.

Zu erwähnen sind ferner unter den konstitutionellen Ursachen der Kontrakturen die sogenannten Blutergelenke (Arthritis haemophylica). Die Veranlassung hierzu ist allerdings meist durch ein Trauma gegeben, wenn dasselbe auch nicht immer nachweisbar ist. König unterscheidet 3 Stadien, nämlich 1) den ersten Bluterguß, der eine schmerzhafte Schwellung des Gelenkes zur Folge hat, 2) klinisch ein der tuberkulösen Entzündung ähnliches Stadium der Entzündung, 3) ein regressives Stadium, in welchem es zur Deformierung der Gelenkenden wie beim Rheumatismus fibrosus kommen kann, oder auch zur Verödung des Gelenkinnern. Diese Stadien sind nicht immer vorhanden. In leichteren Fällen kann es frühzeitig zur Ausheilung kommen. Das letzte Stadium, das des kontrakten Blutergelenkes, zeichnet sich durch eine intensive narbige Schrumpfung des Gelenkes und seiner Umgebung aus. Selbst die Knochen sklero-

sieren zuweilen sehr energisch und werden, wie GOCHT sagt, atrophisch. Der Gelenkerguß wird serös, es bildet sich Fibrin und es tritt Gerinnung ein. Daraus resultiert eine reichliche Bildung von Bindegewebe, welches die Gelenkflächen überwuchert und Synovialis und Gelenkknorpel teilweise zerstört. Die häufigen Rezidive haben wegen ihrer Schmerzhaftigkeit auch klinisch Aehnlichkeit mit rheumatischen Anfällen. Die Neigung zu Blutungen nimmt mit zunehmendem Alter ab. Blutungen in die größeren Gelenke (das Knie-, Hüft-, Ellenbogen-, Schultergelenk) werden häufiger beobachtet als die in die kleineren. Am häufigsten ist das Kniegelenk befallen, wohl deshalb, weil es äußeren Insulten mehr ausgesetzt ist. Es kommen jedoch auch Spontanblutungen vor, d. h. Blutungen ohne bekannte traumatische Veranlassung.

Um die Diagnose stellen zu können, ist es natürlich notwendig, in erster Linie das Grundleiden zu erkennen. Von Bedeutung sind deshalb die Anamnese, die häufig auftretenden Attacken, das Vorkommen von mehreren Gelenken in verschiedenen Stadien, der Nachweis spontaner Hämorrhagien, der Ausschluß von Rheumatismus, Tuberkulose, Scharlach und anderen Infektionskrankheiten, ferner der Eintritt energischer narbiger Schrumpfung der Gelenke. Bei fluktuierenden Gelenken ist eventuell die Punktion von Bedeutung.

WICKHAM LEGG unterscheidet 3 Verlaufsformen der Hämophilie, welche zugleich 3 verschiedene Grade darstellen. Im ersten Stadium besteht Neigung zu spontaner Blutung nur einer Schleimhaut, besonders Nasenbluten, eventuell profuse Menstruation. Im zweiten Stadium besteht Neigung zu spontaner Blutung verschiedener Schleimhäute. Ferner kommen Gelenkschmerzen vor, aber keine heftigen Blutungen nach Verletzungen und keine Ekchymosenbildung. Das dritte, hauptsächlich beim männlichen Geschlecht vorkommende Stadium zeichnet sich aus durch schwere, an den verschiedensten Stellen vorkommende spontane und traumatische Blutungen und Gelenkschwellungen.

Von den Entzündungen kommen hauptsächlich die Gelenkentzündungen in Betracht. Wir teilen dieselben ein 1) in die akuten, 2) in die chronischen.

Die akuten entzündlichen Veränderungen (Arthritis acuta) zeigen sich vor allem in der Synovialis, welche hyperämisch, geschwellt und infiltriert ist und das Exsudat im Gelenk liefert. Man spricht deshalb auch von einer Synovitis. Bei der Synovitis serosa oder dem Hydarthros acutus ist das Gelenk gefüllt mit einem klaren, die Synovia verdünnenden Exsudat, ein Zustand, der in den chronischen Hydarthros übergehen kann. Bei der Synovitis serofibrinosa ist dem Exsudat Fibrin beigemischt. Dieselbe führt gern durch bindegewebige Organisation der Fibringerinnsel zur Verwachsung der Gelenkenden (Arthritis adhaesiva). Ueberzieht die wuchernde Synovialis den Knorpel, in dem alsdann regressive Veränderungen eintreten, so wird der Prozeß nach dem in ähnlicher Weise von der Konjunktiva aus an der Cornea zu stande kommenden Pannus als Synovitis pannosa bezeichnet.

Als Synovitis catarrhalis beizeichnete VOLKMANN eine eiterige Entzündung der Synovialis, die sich nur auf die Oberfläche

beschränkt und nicht auf die tieferen Gewebsschichten übergeht. In der Regel zeichnet sich aber die Gelenkeiterung (Synovitis suppurativa s. purulenta) aus durch ihren destruktiven Charakter. Sie ergreift wie die Phlegmone die tieferen Schichten und das paraartikuläre Gewebe und ist eine gefährliche Erkrankung, wenn sie auf septische Infektionsstoffe zurückzuführen ist. In schweren Fällen verfällt die Synovialis, aber auch der Knorpel, einer eiterigen Einschmelzung. Es bildet sich ein Granulationsgewebe, das im Falle der Heilung durch narbige Umwandlung zur Ankylose des Gelenkes führt. Bei der Panarthritis sind alle Teile des Gelenkes von der Eiterung ergriffen.

Akute, seröse und eiterige Gelenkentzündungen werden hervorgerufen durch Infektion nach Trauma, etweder von einer Wunde aus oder vom Blute her, oder metastatisch auf hämotogenem Wege bei allgemeinen Infektionskrankheiten, wie Masern, Scharlach, Typhus, Diphtherie, Gonorrhoe, Syphilis, Puerperalfieber und anderen septischen und pyämischen Erkrankungen. Eine allgemeine Infektionskrankheit stellt auch der Gelenkrheumatismus, die Polyarthritis acuta, dar. Ja derselbe erweist sich oft geradezu als eine Metastase einer allgemeinen oder einer anderswo vorhandenen lokalen Infektion. Man spricht dann von Rheumatoiden oder bei bekannter Ursache von Scharlachrheumatismus, Tripperrheumatismus etc.

Die Arthritis gonorrhoica ist besonders hervorzuheben. Sie wird sowohl auf eine Verschleppung der Gonokokken durch das Blut in die Synovialis als auf ein Eindringen der gewöhnlichen Eitererreger bei der Gonorrhoe zurückgeführt. Die Erkrankung tritt bei männlichen und weiblichen Individuen akut oder subakut auf, verläuft unter mäßigem, serösem Erguß, unter Schmerzhaftigkeit und Schwellung der Gelenke, ferner gewöhnlich multipel an den Knie-, Hand-, Schulter-, Hüft-, Ellenbogen- und Fußgelenken, an den kleineren Gelenken der Wirbelsäule und des Fußes etc., sowie rezidivierend, ähnlich wie beim Rheumatismus. In schweren Fällen sind heftige Entzündungserscheinungen mit hochgradigen Schmerzen vorhanden. Die Weichteile des Gelenkes sind hierbei gewöhnlich stark infiltriert und aufgequollen. Bei der Heilung kommt es zu energischer Vernarbung, die sogar zu knöcherner Ankylose führen kann. Andererseits kommt es leicht zu Kontrakturen und Subluxationen, wie am Knie, an der Hüfte und am Handgelenk. In den chronischen Fällen kann es schließlich auch zu Veränderungen kommen, die denjenigen beim chronischen Rheumatismus und bei der Gicht sehr ähnlich sehen.

In Fällen sehr schwerer metastatischer Erkrankung kommen Gelenkeiterungen sogar mit tödlichem Ausgang vor.

Bei den Rheumatoiden im allgemeinen handelt es sich anfangs um seröse oder sero-fibrinöse Entzündungen, die bei längerem Bestand des nicht eiterigen Ergusses an Intensität verlieren, dafür aber zu einem chronischen Hydarthros, zur Ausbildung eines Schlottergelenkes, ja selbst zur Spontanluxation (Distentionsluxation) führen können, wie an der Hüfte. Subluxationen mit narbiger Schrumpfung kommen verhältnismäßig häufig in den Grundgelenken der Finger vor (Fig. 28). Hierbei können die Finger sich energisch in die Hohlhand einziehen.

Die chronischen Gelenkentzündungen teilen wir am zweckmäßigsten ein in die exsudativen, die deformierenden und die destruierenden Gelenkentzündungen. Diese Einteilung ist jedoch mehr eine anatomische als eine ätiologische. Es finden



Fig. 28.

sich vielfache Uebergänge zwischen den einzelnen Formen und sie sind deshalb nicht streng voneinander zu scheiden. So kann die chronische seröse Arthritis ohne besondere Veränderungen der Gelenkkapsel oder des Knorpels in den chronischen Hydarthros sich umwandeln, wenn sich eine akute seröse Exsudation häufig wiederholt oder wenn sich die Exsudation schleichend ohne heftige Erscheinungen entwickelt. Das Gelenk wird dadurch gedehnt und erweitert. Bei längerer Dauer kann sich aber die Gelenkkapsel fibrös verdicken. Die Falten und Zotten vergrößern sich. Fibrinausscheidungen führen zur pannösen Ueberwucherung des Knorpels, der Knorpel selbst degeneriert und wuchert zugleich, kurz, es entstehen Zustände wie bei der deformierenden Entzündung.

Andererseits pflegt die chronische eiterige Arthritis in die destruierende Entzündung überzugehen.

Bei der deformierenden Entzündung sind, wie wir gehört haben, die Exsudationsprozesse gering (Arthritis sicca nach Ziegler). Es bestehen an den Gelenkenden und an der Synovialis einerseits regressive Veränderungen, andererseits aber auch entzündlich-produktive. Neben Auffaserung, Erweichung und Zerfall des Knorpels finden sich knotige Wucherungen und Verdickungen desselben, welche entweder wieder zerfallen oder nachträglich verknöchern können. Ebenso findet sich neben Knochenschwund infolge entzündlicher Osteoporose lebhafte Knochenwucherung, besonders an den Rändern der Gelenkenden. Auch die Wucherungen der



Fig. 29. Deformation.

Synovialis, bestehend aus zottigen Auswüchsen, in denen sich Fett-, Knorpel- und Knochengewebe entwickeln kann, bilden sich gern am Rande der Gelenkflächen, wo sie vom marginalen Periost ihren Ausgang nehmen. Auf diese Weise kommt es zu starken Verunstaltungen der Gelenkenden. Mit der Vergrößerung des Gelenkkopfes (z. B. am Hüftgelenk) vergrößert sich die Gelenkpfanne (Fig. 29). Es kann durch Erweichung des Pfannenrandes auch eine Verschiebung der Gelenkenden oder in seltenen Fällen eine Spontanluxation eintreten (Deformationsluxation).

Bei der destruierenden Entzündung handelt es sich dagegen am Knorpel und am Knochen nur um Zerstörung und Einschmelzung, nicht um produktive Vorgänge (Fig. 30). Zu den destruierenden Gelenkentzündungen zählen die fungösen oder tuberkulösen und die gummösen oder syphilitischen Gelenkentzündungen.



Fig. 30. Destruktion.

Die Gelenktuberkulose beginnt entweder primär an der Synovialmembran oder häufiger sekundär nach Durchbruch der tuberkulösen Granulationen von den angrenzenden Knochen her. In der Synovialis bilden sich nach der Infektion in verschiedener Zahl und Größe Tuberkelknötchen. Das Gewebe derselben wandelt sich infolgedessen in ein von Tuberkeln durchsetztes Granulationsgewebe um. Der infolge der Entzündung weiterhin auftretende Erguß ist anfangs serös oder serös-fibrinös, später eiterig. Zeigt das Granulationsgewebe geringe Neigung zu Verkäsung und Zerfall, so spricht man von einer fungösen Gelenkentzündung. Besteht aber die Tendenz zu rascher Verkäsung und Vereiterung, so haben wir es mit der ulzerösen Form der tuberkulösen Gelenkentzündung zu tun. Beide Formen sind aber nicht scharf voneinander zu trennen. Es besteht vielmehr meist fibröse Umwandlung des ausgeschiedenen Fibrins neben Verkäsung und Einschmelzung der schwammigen Massen. Die ulzeröse Form ist es hauptsächlich, bei welcher eine eiterige Exsudation in die Gelenkhöhle eintritt.

Die Wucherung des Granulationsgewebes geht regelmäßig auch über auf den Knorpel, ebenso auf den Knochen, wodurch das Bild der sogenannten Caries des Gelenkes entsteht. Außerdem wachsen die tuberkulösen Granulationen aus den ulzerierten Weichteilen des Gelenkes heraus in die entzündlich infiltrierte und geschwollene Umgebung, hier ebenfalls Abscedierungen hervorrufend, die nach Durchbruch durch die Haut die bekannten Fistelgänge des sogenannten Tumor albus erzeugen (Fig. 31). Durch diese Vorgänge wird bei längerer Dauer der Erkrankung nicht nur der Knorpel ganz oder teilweise zerstört, sondern auch der Knochen wird zum Schwinden gebracht und teilweise aufgezehrt, wodurch die Gelenkenden ihre



Fig. 31. Tumor albus genu sin.

normale Konfiguration verlieren. Am Hüftgelenk wird die Gelenkpfanne ausgeweitet und an ihrem oberen hinteren Abschnitt arrodiert (Fig. 30). Diese Veränderungen können ebenfalls zu Spontanluxationen führen, welche als Destruktionsluxationen bezeichnet werden.

In jedem tuberkulösen Gelenk findet sich ferner der auch bei sonstigen, nicht tuberkulösen Entzündungen die Oberfläche der Gelenkknorpel überziehende Bindegewebspannus (Fig. 31). Derselbe kann vom Limbus her oder vom Knochenmark aus vordringen. Durch Umwandlung des Knorpels in Bindegewebe und durch Verwachsung der gegenüberliegenden Bindegewebslagen kommt es zu einer fibrösen Ankylose. Schließlich kann sich durch Einstellung von Knochenbildung in den Bindegewebslagen auch eine knöcherne Ankylose

ausbilden (Fig. 21). Letztere kann auch entstehen durch Neubildung von Knochen zwischen den Knochenusuren ohne das Zwischenstadium der fibrösen Auflagerung. Knochenneubildung tritt auch in der Nähe kariöser Herde in Gestalt von Osteophyten auf. Andererseits zeigt die kompakte Knochensubstanz den Zustand der entzündlichen Osteoporose. Der Ulzerationsprozeß im Gelenk ohne erhebliche Exsudation wird als Caries sicca bezeichnet.

Am häufigsten etabliert sich die tuberkulöse Gelenkentzündung wie jede andere chronische Gelenkentzündung in den Kniegelenken. Alsdann folgen nach einer Zusammenstellung von M. Schüller die Hüftgelenke, die Fußgelenke, die Ellenbogengelenke, die Handgelenke, die Schultergelenke, die Fingergelenke, die Tarsalgelenke, endlich die Zehengelenke.

Die Heilung der Gelenktuberkulose erfolgt nach Entfernung des Eiters und der Zerfallsprodukte durch fibröse Umwandlung der Zerfallsprodukte. Da damit aber auch eine Verödung des Gelenkes einhergeht, so bleiben immer Bewegungsstörungen und eigentümliche Kontrakturstellungen der Gelenke zurück. Auch Subluxationen, wie am Kniegelenk, und Luxationen an kleinen Gelenken, abgesehen von den Destruktionsluxationen, kommen vor. Das Nähere wird bei der Pathogenese der Kontrakturen geschildert werden.

Die syphilitischen Erkrankungen der Gelenke treten im Frühstadium der Syphilis als seröse und sero-fibrinöse Entzündungen auf, welche dem akuten Gelenkrheumatismus gleichen. Sie erhalten sich auch zuweilen in chronischen Fällen oder in Spätformen der Syphilis. Meist finden sich aber in späteren Stadien der erworbenen Syphilis gummöse Wucherungen in der Gelenkkapsel, gummöse Zerstörung des Gelenkknorpels und selbst des darunter gelegenen Knochens. Außerdem treten Synovialiswucherungen mit Zerfaserung und Umwandlung des Knorpels in Bindegewebe wie bei der Tuberkulose auf. Die durch gummöse Bildung entstandenen Usuren können ebenfalls durch Bindegewebe ausgefüllt werden. Es entstehen dadurch tiefe, oft mitten auf den Gelenkflächen sitzende Defekte im Knorpel (Chondritis syphilitica), welche wegen ihrer unregelmäßig zackigen, strahlenförmigen Gestalt und ihres glänzend weißen Aussehens für Syphilis charakteristisch sind.

Auch die syphilitischen Gelenkerkrankungen treten teils primär in der Synovialis auf, teils entstehen sie sekundär nach syphilitischen Erkrankungen des Periosts oder des Knochenmarks.

Die hereditär-syphilitischen Gelenkentzündungen treten als sekundäre Gelenkschwellungen im Gefolge der Osteochondritis syphilitica, besonders am Ellenbogen- und Kniegelenk, auf. Bei den Spätformen der ererbten Syphilis kommen nach Schuchardt mit Vorliebe doppelseitige Kniegelenkentzündungen mit beträchtlichen Ergüssen (Hydarthros syphiliticus), Verdickungen und Wucherungen der Synovialis bei verhältnismäßig geringen Beschwerden vor.

Wir müssen hier einige Bemerkungen über die Ankylose der Gelenke einschalten.

Unter Ankylose (ἄγκυλος krumm), Gelenksteifigkeit, versteht man den gänzlichen oder teilweisen Verlust der aktiven und passiven Beweglichkeit eines Gelenkes (komplette und inkomplette Ankylose). Während wir also unter Kontraktur lediglich die Einschränkung der Streckung verstehen, verstehen wir unter Ankylose die allseitige, dauernde, mechanische Feststellung der Gelenkenden. Kontraktur und Ankylose können somit kombiniert vorkommen.

Die vorübergehende Aufhebung oder Beschränkung der Beweglichkeit in einem Gelenk durch Muskelaktion infolge von Schmerzen, z. B. im Beginn der Coxitis, nennt ALBERT Gelenksperre.

Ankylosis vera oder kurzweg Ankylosis ist die fibröse oder knöcherne Vereinigung der Gelenkenden (Ankylosis fibrosa, Syndesmose, oder Ankylosis ossea, Synostose [Fig. 32 und 21]). Die Verwachsung beginnt entweder periartikulär (periphere Ankylose) oder innerhalb der Gelenkkapsel (zentrale Ankylose). Die knöcherne Ankylose entsteht durch direkte Verschmelzung der usurierten Knochen oder geht aus der bindegewebigen hervor. Zur knöchernen Ankylose können führen akute Eiterungen und chronische destruierende Entzündungen, ferner gewisse Formen des Rheumatismus [Arthritis chronica rheumatica ankylopoetica (SCHÜLLER)]. Die seltener vorkommenden metastatischen Eiterungen ohne Destruktion heilen oft auch mit Erhaltung der Beweglichkeit aus.


Fig. 32. Ankylosis vera.

Als extrakapsuläre oder extraartikuläre Ankylosen können die Knochenbrückenankylosen an der Wirbelsäule bezeichnet werden. Sie bildet den Uebergang zur Pseudankylose.

Die Ankylosis spuria oder Pseudankylose beruht auf einer dauernden Feststellung ohne Verschmelzung der Gelenkenden. Sie ist das Resultat 1) einer Einschränkung des Gelenkraumes, 2) einer Inkongruenz, 3) einer Verzahnung der Gelenkflächen. Die Einschränkung des Gelenkraumes ist bedingt durch Schrumpfung und narbige Verkürzung der Gelenkweichteile und durch Verwachsung der Synovialtaschen der Gelenkkapsel, z. B. am unteren Abschnitt des Schultergelenkes. Inkongruenz entsteht durch traumatische Veränderungen, gewöhnlich aber durch deformierende, ferner durch destruierende Prozesse. Auch die Verzahnung ist in der Regel die Folge von Arthritis deformans (Fig. 33).

Bei der Ankylose ist es stets von Wichtigkeit, in welcher Stellung des Gelenkes sie erfolgt ist. Das Bein ist weniger brauchbar, wenn das Hüftgelenk in Beugung, Adduktion und Pronation ankylotisch ge-

worden ist statt in mäßiger Beugung, Abduktion und Supination. Das Kniegelenk ist in Streckstellung, das Ellenbogengelenk und die Fingergelenke sind in Beugestellung brauchbarer. Die zweckmäßigste Stellung des Fußes zum Unterschenkel ist die rechtwinkelige. Der Vorderam nimmt am zweckmäßigsten die Mittelstellung zwischen Pronation und Supination, die Hand die Mittelstellung zwischen Beugung und Streckung ein. Ist die aktive Muskeltätigkeit aufgehoben, so ist die komplette Ankylose an den unteren Extremitäten, namentlich am Kniegelenk und am Fußgelenk, der inkompletten Ankylose vorzuziehen.



Fig. 33. Pseudankylosis.

Bei den Muskelentzündungen hat man nach ZIEGLER die parenchymatösen und die interstitiellen zu unterscheiden. Sie entstehen primär durch Traumen, am häufigsten aber sekundär entweder durch Fortleitung des entzündlichen Prozesses von der Nachbarschaft aus oder auf metastatischem Wege bei allgemeinen Infektionen. In manchen Fällen ist die Aetiologie nicht bekannt. Auch um toxische Prozesse kann es sich handeln.

Die einfachste Form ist die seröse Durchtränkung und zellige Infiltration des interstitiellen Gewebes, des Perimysium internum. Sie tritt als entzündliches Oedem und als Begleiterscheinung verschiedener Krankheitszustände auf. Dahin gehören Verletzungen der Muskeln, die traumatische Myositis, ferner die Myositis rheumatica, die Myositis scarlatinosa, die Myositis gonorrhoica, die Myositis syphilitica etc., sowie das erste Stadium der Muskeltrichinose. Letztere Form äußert sich in einer zuweilen mit starker spontaner Schmerzhaftigkeit verbundenen Schwellung und Verhärtung der betroffenen Muskulatur, in Druckempfindlichkeit, in Störungen der Beweglichkeit und in schmerzhaften Kontrakturen.

Bei kurz dauernden Infiltrationen bleiben die Muskelfasern intakt. Stärkere oder länger dauernde Entzündungen dagegen führen gewöhn-

lich zu degenerativen Veränderungen des Muskelparenchyms, wie trübe Schwellung, Verfettung und Koagulationsnekrose.

Als primäre Polymyositis wird eine akut und unter Fieber auftretende, anfangs teigige, später derbe Anschwellung der Muskeln infektiösen oder infektiös-toxischen, eventuell parasitären Ursprungs bezeichnet. Die Muskulatur ist derb, grauweiß verfärbt, „fischfleischähnlich“ oder von Blutungen durchsetzt und dunkel gefärbt (Polymyositis haemorrhagica). Das Parenchym zeigt trübe Schwellung, körnige Zerklüftung, wachsartige und fettige Degeneration, das Zwischengewebe ist von Leukocyten und roten Blutzellen infiltriert. Klinisch werden leichtere und schwerere Fälle beobachtet. Häufig gehen Angina, Gelenkschwellungen und purulente Prozesse voraus. Leichtere Fälle können mit völliger Genesung und Wiederherstellung der Funktion enden. Eine Atrophie der Muskulatur bleibt aber gewöhnlich zurück. Schwere Fälle können dagegen nach Wochen und Monaten zum Tode führen, und zwar durch Ergriffensein der Atmungsmuskulatur (Schluckpneumonie, Asphyxie). Im Stadium der Entzündung sind die Muskeln teilweise oder ganz funktionsunfähig und kontrahiert. Die schmerzhafte Rigidität der Muskeln beginnt am Rumpf, im Gesicht oder im Nacken. Von hier aus werden gewöhnlich in distalwärts abnehmendem Grade die Muskeln der oberen und unteren Extremitäten befallen. Die Kontrakturen persistieren im Schlaf. Nach A. Schüller zucken die kontrahierten Muskeln bei direkter, faradischer Reizung träge, dagegen prompt bei indirekter faradischer und bei galvanischer Reizung. Aktiven und passiven Bewegungen setzen die derben Muskeln einen eigentümlichen „muskulären“ Widerstand entgegen. Bei längerer Dauer der Kontrakturen bilden sich sekundär Verkürzungen der Sehnen, welche länger bestehen bleiben können auch nach Heilung der Entzündung. Bei besonders stark in Erscheinung tretenden Kontrakturen, wie in einem von A. Schüller mitgeteilten Falle eines 7 Jahre alten Knaben, bei dem fast alle Körpermuskeln betroffen waren (Panmyositis), liegt die Verwechslung mit cerebralen Kontrakturen nahe (Meningitis, Tumor cerebri, Encephalitis, Absceß, Meningitis serosa). Bei der Annahme primärer Polymyositis muß deshalb eine nervöse (cerebrale, spinale, periphere und funktionelle) Genese sowie ein reflektorischer Ursprung der Kontrakturen ausgeschlossen werden können. Für Polyneuritis würden sprechen Druckempfindlichkeit der Nervenstämme, Störungen der Sensibilität, der Motilität und der Reflexe. Eine Kombination von Polymyositis mit Polyneuritis ist indes beobachtet worden (Neuromyositis).

In dem Falle von A. Schüller zeigt der Knabe eine charakteristische Haltung. Er kann sich nur mit kräftiger Unterstützung auf den Beinen erhalten, berührt dabei bloß mit den Fußspitzen den Boden, hält beide Knie- und Hüftgelenke flektiert, den Oberkörper leicht nach vorn gekrümmt, den Kopf nach rückwärts gebeugt. Die Schultern sind emporgezogen, die Oberarme an den Thorax angelegt, die Ellenbogengelenke sind rechtwinkelig flektiert. Diese Haltung hält der Knabe auch in liegender Position bei.

Bei der Dermatomyositis ist neben der Muskulatur auch die Haut am Entzündungsprozeß beteiligt. Die Haut zeigt entzündliche Schwellung mit Rötung oder Erythemen oder ein sklerodermisches Oedem.

Die Myositis fibrosa tritt primär als besondere Form der Polymyositis auf. Sie befällt einzelne oder mehrere Muskeln des Körpers und beginnt mit einer produktiven Bindegewebsneubildung,

die zu schwieliger Umwandlung und zu Degeneration der Muskelfasern führt. Die Muskeln sind ebenfalls schmerzhaft, kontrahiert, bretthart und die Umgebung ist geschwollen. Es kann auch hier Heilung, besonders im Kindesalter, eintreten.

Viel häufiger entsteht Myositis fibrosa aber sekundär im Anschluß an Entzündungen des Muskels selbst oder der benachbarten Gewebe oder an chronisch-degenerative Prozesse der Muskeln, namentlich an neurotische Atrophie derselben.

Unter Myositis ossificans verstehen wir das Auftreten von Knochen in der Muskelsubstanz. Hierher gehören die Exerzierknochen im Musculus deltoideus und die Reitknochen in den Adduktoren des Oberschenkels. Die Myositis ossificans progressiva haben wir mehrfach schon erwähnt.

Die eiterigen Myositiden sind meist auf einzelne Muskeln beschränkt und entstehen ebenfalls sekundär durch Fortleitung der Entzündung von der Nachbarschaft her bei Verletzungen, Knochen- und Gelenkentzündungen, Phlegmonen, außerdem auf hämatogenem und metastatischem Wege. So können Tuberkulose, Lues, Pyämie, Aktinomykose, Rotz etc. zu Abscedierungen an Muskeln führen.

Hinsichtlich der Erkrankungen der Sehnen erscheint es wichtig, hervorzuheben, daß Verwachsungen von Sehnen, Sehnenscheiden und Haut infolge von Verletzungen, sekundären Entzündungen, Abscedierungen und Nekrose zur Kontrakturstellungen der Gelenke führen können, wie namentlich an der Hand häufig zu beobachten ist.

Die degenerativen Muskelerkrankungen (Atrophie, trübe Schwellung, Verfettung, hyaline oder wachsartige, hydropische oder vakuoläre Degeneration, Verkalkung, Nekrose) sind stets sekundäre Affektionen, können also nicht als Ursachen von Kontrakturen angesehen werden. Zu degenerativen Muskelerkrankungen führen hauptsächlich primäre oder sekundäre Entzündungszustände der Muskulatur, Zirkulationsstörungen (ischämische Kontrakturen, intermittierendes Hinken bei chronischen Arterien- und Venenerkrankungen), Konstitutionsanomalien, kachektische Zustände, Intoxikationen, Erfrierung, ferner Erkrankungen des zentralen und peripheren Nervensystems.

Unbekannt ist noch die Aetiologie der sogenannten Dupuytrenschen Fingerkontraktur. Sie beruht auf einer Retraktion und knotigen Verdickung der Palmaraponeurose und entsteht spontan namentlich bei Männern. Sie wird auch zu den Narbenkontrakturen gerechnet. Ein Analogon hierzu bildet die Kontraktur der Plantar-Aponeurose (Ledderhose).

Die Kontrakturen infolge krankhafter Zustände des Nervensystems sind 1) spastische, 2) paralytische, je nachdem der Effekt am Muskel ein Spasmus oder eine schlaffe Lähmung ist.

Unter Muskelspasmus verstehen wir einen abnormen Spannungszustand der Muskulatur, der nicht nur die willkürlichen Bewegungen erschwert, sondern auch den passiven Bewegungen ein mehr oder weniger beträchtliches Hindernis entgegensetzt. Wird die Spannung passiv überwunden, so tritt sie bei Nachlaß des Widerstandes sofort wieder ein. In schwereren Fällen tritt eine reflektorische Steigerung der Spannung bei jedem Bewegungsversuch ein. Die Muskeln sind

rigide, der Muskeltonus ist erhöht, die Sehnenphänomene sind gesteigert. Bei längerem Bestand der spastischen Kontraktur kann eine derartige Fixation eintreten, daß eine Streckung nicht mehr ohne stärkste Gewaltanwendung möglich ist.

Die paralytischen Kontrakturen entstehen, in der Regel an den unteren Extremitäten, nach schlaffer Lähmung der Muskeln durch willkürliche Kontraktion der nicht gelähmten Antagonisten (Seeligmüller). Der Muskeltonus spielt hier keine Rolle. Die Fixation der Gelenke gegenüber passiven Bewegungen geschieht sekundär unter Veränderung der Knochen, fibröser Entartung des Muskelgewebes und Schrumpfung der Weichteile durch die mechanischen Momente der Schwere und der Körperbelastung (cf. oben). Die paralytischen Kontrakturen sind demnach passive Kontrakturen und sind nicht streng von den Belastungsdeformitäten zu trennen.



Fig. 34.

Die Schilderung der verschiedenen Stellungsanomalien infolge von Lähmungen einzelner Muskeln und Muskelgruppen ist Aufgabe der Neuropathologie. Erwähnen wollen wir hier nur die Stellungsanomalien des Schulterblattes bei Lähmung oder Atrophie des Cucullaris (Fig. 34, Dystrophia musculorum progressiva), des Serratus antic. m., des Deltoideus etc. Den antagonistischen Kontrakturen der Hand und der Finger liegen ebenfalls typische Lähmungsformen zu Grunde. Prägnante Beispiele hierfür hat bekanntlich Duchenne beigebracht. Eine gute Zusammenstellung bringt auch das Lehrbuch der Nervenkrankheit von Oppenheim. Den Orthopäden interessieren hauptsächlich die sekundären antagonistischen Kontrakturen der unteren Extremitäten, z. B. die Valgusstellung des Fußes infolge sekundärer Kontraktur der Musculi peronaei bei Lähmung des Triceps surae, der Pes equinus bei Lähmung der Fuß- und Zehenstrecker (Peronaeuslähmung), der Pes equino-varus bei Lähmung der Fuß- und Zehenstrecker und des Musc. peronaeus longus, ferner die Valgusstellung des Fußes bei Lähmung des Musculus tibialis. Bei der letzten, relativ häufigen Lähmungsform ist die Dorsalflexion des Fußes nur möglich, wenn dieser gleichzeitig abduziert wird. Die langen Zehenstrecker, besonders der Extensor hallucis longus, sind meist gespannt, die erste Phalanx der großen Zehe ist infolgedessen gestreckt, die zweite gebeugt. Durch passive Dorsalflexion kann die Zehe gerade gerichtet werden.

Fig. 35 stellt eine Streckkontraktur der 4 äußeren Zehen dar nach Durchtrennung der Sehne des Extensor hallucis longus und Extensor

hallucis brevis auf dem Fußrücken mittels eines Beilhiebes. Die Behinderung der Streckung der großen Zehe hatte gleichzeitig zur Ausbildung eines Pes plano-valgus geführt.

Bei der Lähmung der Interossei sind die ersten Phalangen ebenfalls gestreckt, die zweiten und dritten gebeugt („Krallenfuß"). Bei Subluxation in den Grundgelenken kann das Auftreten auf die Zellenballen schmerzhaft werden.

Auch die Stellungsanomalien des Kopfes haben orthopädisches Interesse. Bei Lähmung eines Sternocleidomastoideus kann sich der andere kontrahieren; bei Lähmungen beider Muskeln sinkt der Kopf nach hinten.

Bei einseitiger Lähmung der Strecker der Wirbelsäule (des Sacrolumbalis und Latissimus dorsi) entsteht nach Oppenheim infolge der Kontraktion der Muskeln der gesunden Seite eine Skoliose der Lenden- und unteren Brustwirbelsäule mit der Konvexität nach der gelähmten Seite. Lähmung des Erector trunci beiderseits führt zur Lordose, bei welcher der Rumpf nach rückwärts geworfen und das Becken durch die Bauchmuskeln gehoben ist. Lähmung der Bauchmuskeln führt ebenfalls zur Lordose. Bei letzterer ist aber das Becken mit dem Rumpf stark nach vorn geneigt.



Fig. 35.

Die zu Grunde liegende Affektion hat ihren Sitz 1) im Gehirn, 2) im Rückenmark, 3) in den peripheren Nerven, 4) im Gesamtnervensystem.

Bei den verschiedenen Reizzuständen, die das motorische Rindengebiet des Gehirns treffen, treten klonische und tonische Krämpfe zunächst in denjenigen Muskeln auf, deren Zentrum gereizt ist. Bei intensiveren Reizen werden auch die Muskeln benachbarter Zentren ergriffen (partielle und allgemeine Epilepsie).

Die cerebralen Krampfzustände, welche infolge von Kontusion, Blutung, Entzündung, Tumoren und von Intoxikationen auftreten, rechnet man noch nicht zu den Kontrakturen, weshalb wir nicht näher auf dieselben hingewiesen haben. Wichtiger sind die destruierenden Erkrankungen der motorischen Centren und der Leitungsbahnen als Ursachen cerebraler Lähmungen, nämlich der Monoplegie und der Hemiplegie. Beide sind mit Erhöhung der Sehnenreflexe und mit spastischen Kontrakturen verknüpft. Bei der Hemiplegie gibt es Frühstadien der Kontraktur, die schon in den ersten Stunden oder Tagen nach einer Läsion des Gehirns eintreten, sich aber auch bald wieder zurückbilden können, und Spätstadien, die erst nach einigen Wochen sich einstellen. Die Kontrakturstellungen bei Hemiplegikern zeigen ein sehr typisches Verhalten. Sie zeichnen sich dadurch aus, daß die Muskulatur nicht abmagert. Bei eintretender Gelenksteifigkeit wird jedoch auch Muskelatrophie beobachtet.

Bei längerem Bestand gesellt sich zur aktiven Kontraktur die

nutritive Verkürzung der Muskulatur. Nur in seltenen Fällen ist und bleibt die Lähmung bei Hemiplegie eine schlaffe.

Besonders zu erwähnen sind die hemiplegischen Kontrakturen bei der cerebralen Kinderlähmung (Hemiplegia spastica infantilis). Bei dieser Erkrankung kann es sich indes auch nur um tonische Krämpfe handeln, die bei willkürlichen Bewegungen auftreten. Treten infolge von Mitbewegungen bald die, bald jene Muskeln in Aktion, so entsteht das Bild der spastischen Athetose, Hemiathetose und Hemichorea.

Spastische Kontrakturen kommen auch bei Rückenmarksaffektionen vor, wie bei den verschiedenen Formen der spastischen Spinalparalyse, einschließlich der angeborenen spastischen Gliederstarre, die allerdings nicht allein als spinale Erkrankung zu bezeichnen ist. Ferner werden spastische Kontrakturen beobachtet bei Kompressionsmyelitis und bei Verletzungen des Rückenmarks. Paralytische Kontrakturen werden hauptsächlich beobachtet bei der Poliomyelitis anterior acuta infantum, der spinalen Kinderlähmung, ferner bei diffuser Myelitis. Die weitere Analyse der Lähmungserscheinungen am Fuß wird das spezielle Kapitel über die Fußdeformitäten bringen. Zu erwähnen sind hier auch die bei der progressiven Muskelatrophie vorkommenden Kontrakturen.

Verletzungen peripherer motorischer Nerven bringen in der Regel nur schlaffe Lähmungen zu stande. Kontrakturen entstehen auch hier erst sekundär durch die Einwirkung der Schwere des Gliedes und der Körperbelastung nach primärer willkürlicher Kontraktion der nicht gelähmten Antagonisten. Sie finden sich deshalb in der Regel nur an den unteren Extremitäten. Ob einfachere Reize genügen, um einen peripheren motorischen Nerven zur Lähmung zu bringen, ist nicht bekannt. Dagegen entstehen Kontraktionen infolge von einfacher Reizung gemischter Nervenbahnen, und zwar nach Seeligmüller nur durch Vermittelung der sensiblen Nerven. Reizend können wirken eingedrungene Fremdkörper, dislozierte Fragmente, Kallusmassen, luxierte Knochen, ferner Narben. Da diese Kontrakturen spastische Kontrakturen sind und bedingt werden durch sensible Reizerscheinungen, so rechnet sie Seeligmüller zu den Reflexkontrakturen. Sie gehen, wie die Kontrakturen infolge Reizung rein sensibler Nerven, einher mit heftigen neuralgischen Schmerzen.

Karewski unterscheidet zwei Formen der Kontraktur bei der spinalen Kinderlähmung, nämlich solche, die eintritt bei Totalparalyse aller Muskeln, und solche, die bei ungleichmäßiger Affektion derselben entsteht. Bei ersterer ist nur die Schwere und die Belastung in unveränderter Haltung maßgebend für die Entstehung der Kontraktur. Behalten die Gelenke freie Beweglichkeit, verharren sie also nicht in einer bestimmten Stellung, so entsteht ein Schlottergelenk. Das Schlottergelenk kann zur paralytischen Subluxation und selbst zur Luxation führen. Karewski macht besonders auf die echten Verrenkungen an der Hüfte aufmerksam, bei denen man nicht mehr in der Lage ist, die voneinander gewichenen Knochenenden in die Normallage zu bringen.

Schließlich haben wir noch die hysterischen Kontrakturen zu erwähnen.

Allgemeine hysterische Krämpfe hat Charcot als grande hystérie beschrieben. Häufiger kommt die durch permanente Muskelspannung bedingte Fixation einzelner oder mehrerer Gelenke einer Extremität

vor. Es können auch Arm und Bein einer Seite, beide Beine oder auch alle Extremitäten befallen sein. Korrektionsversuche steigern die Muskelspannungen. Ist das Schultergelenk betroffen, so wird der Oberarm adduziert gehalten. Die hysterische Kontraktur im Ellenbogengelenk ist recht- oder spitzwinkelig. An der Hand und den Fingern kommen starke Beugestellungen und Streckstellungen vor. Auch an den unteren Extremitäten kommen sowohl Beuge- als Streckkontrakturen vor. Die mit Gelenkneuralgie kombinierten Kontrakturen, die häufiger im Knie- und im Hüftgelenk vorkommen, zeichnen sich besonders durch extreme Beugestellungen aus.

3.

Zu den statisch-habituellen Kontrakturen rechnen wir diejenigen fixierten Haltungsanomalien, welche, ohne wesentliche Veränderungen an den Knochen zu erzeugen, durch Störung oder Ausfall bestimmter statischer oder mechanischer Funktionen hervorgerufen werden.

Der Ausfall der Funktion kann bedingt sein durch Lähmung, Schwäche, Ermüdung, durch einen primären Defekt oder durch eine aus anderen Gründen entstandene Deformität. Die veränderte Stellung muß dazu dienen, das Gleichgewicht des Körpers oder einzelner Gelenke zu erhalten. Aus den genannten Gründen wird aber höchst selten eine wirkliche Kontraktur eintreten. Man könnte hierher rechnen den Hochstand einer Schulter bei Lähmung der Schultermuskulatur der anderen Seite, ferner das Hochtragen der Schulter bei Amputation des gleichseitigen Oberarmes, die Beugestellungen des Oberschenkel- und Unterschenkelstumpfes nach der Amputation. Auch Gewohnheitskontrakturen bei Schulkindern, welche einen Hochstand der Schulter bedingen, werden beobachtet. Ferner könnte man denken an die durch Exartikulation von Fingern bedingte Schiefstellung benachbarter Finger. Im übrigen verweisen wir auf das bei der Besprechung der statisch-habituellen Belastungsdeformitäten Erwähnte.

Meist entstehen die statisch-habituellen Kontrakturen durch das Bestreben, schmerzhafte Stellen beim Gehen, Stehen, Sitzen, Liegen vor Berührung, Druck, Zerrung zu bewahren. Hierher zu rechnen sind namentlich fixierte Haltungsanomalien im Bereiche des Rumpfes. Bei der Ischias kann eine Skoliose dadurch entstehen, daß die Patienten sich nur auf die gesunde, beim Sitzen schmerzfreie Seite setzen oder legen. Ferner kann Lumbago, Gelenkrheumatismus, Furunkulose fixierte Haltungsanomalien des Rumpfes erzeugen. Eine Skoliose kann ebenso gut eine Kontraktur wie eine Belastungsdeformität darstellen.

Im weiteren Sinne sind alle reflektorischen Kontrakturen hierher zu rechnen, also auch die Muskelspasmen bei Gelenkentzündungen. In ätiologischer Hinsicht nehmen also die statisch-habituellen Kontrakturen einen breiten Raum ein und schließen sich deshalb nicht streng vor den übrigen ätiologischen Gruppen ab.

Literatur.

Baginsky, *Praktische Beiträge zur Kinderheilkunde, Tübingen 1882.*
Derselbe, Zur Pathologie der Rachitis. Virchows Arschiv, Bd. 87, 1882.
Derselbe, Lehrbuch der Kinderkrankheiten, Berlin 1896.
Baginsky *und* ***Bernhard***, *Rachitis. Eulenburgs Realencyklopädie, 3. Aufl., 1899.*
v. Bardeleben, K., *Knochen. Eulenburgs Realencyklopädie, 3. Aufl., 1897.*

Barlow, *Med.-Chir. Trans. 66, 1883, und Centralblatt f. innere Med., Bd. 16, 1891.*
Beau, *Gazette des hôpitaux, 1864. Archives générales, Dec. 1862 (citiert bei Hoffmann).*
Becker, Ph. Ferd., *Beiträge zur Kenntnis der Epiphysen-Osteomyelitis und deren Behandlung. Deutsche Zeitschrift für Chirurgie, Bd. 63.*
Bessel-Hagen, *Pathologie des Klumpfußes, Heidelberg 1889.*
Derselbe, Ueber Knochen- und Gelenkanomalien, insbesondere bei partiellem Riesenwuchs und bei multiplen kartilag. Exostosen. Langenbecks Archiv, Bd. 41, 1891.
Bernhardt, *Syringomyelie und Skoliose, Centralbl. f. Nervenheilkunde, 1889.*
Bing, *Ueber angeborene Muskeldefekte, I.-D. Basel 1902.*
Borchard, *Die Verbiegungen der Wirbelsäule bei der Syringomyelie. Mitteilungen aus den Grenzgebieten, der Medizin und Chirurgie, Bd. 12, Heft 4, 1903.*
v. Brunn, M., *Ueber die juvenile Ostcoarthritis deformans des Hüftgelenkes, Bruns' Beiträge zur klinischen Chirurgie, Bd. 40, Heft 3, 1903.*
Bruns, P., *Ueber traumatische Epiphisentrennung. Langenbecks Archiv, Bd. 27, Heft 1,*
Büdinger, *Ueber tabische Gelenkerkrankungen, Wien und Leipzig 1896.*
Busch, F., *Allgemeine Orthopädie, Gymnastik und Massage. v. Ziemssens Handbuch der Allgem. Theragie, Leipzig 1882.*
Charcot, *De déformations produites par le rhumatisme articulaire chron. Le mouvement méd., 1873, 45.*
Derselbe, Oeuvres compl., 1886—1890.
Derselbe, Leçons sur les maladies du système nerveux.
Comby, *Le rachitisme, Paris 1892.*
Deutschländer, *Zur Pathogenese der kindlichen Skoliose. Zeitschrift für orthop. Chirurgie, Bd. 11, 1903.*
Duckworth, *Die Gicht. Deutsch von Dippe, Leipzig 1894.*
Escher, *Zur Frage der angeborenen Rachitis. Jahrbuch für Kinderheilkunde, N. F. Bd. 56.*
Eschricht, *Ueber Fötalkrümmungen. Deutsche Klinik, 1851, No. 44.*
Fränkel, E., *Ueber Erkrankungen des roten Knochenmarkes, besonders der Wirbel bei Abdominaltyphus. Mitteilungen aus den Grenzgebieten der Medizin und Chirurgie, Bd. 11, 1903, Heft 1.*
Froelich, *(Nancy), Beitrag zur Aetiologie der nicht symptomatischen Coxa vara. Zeitschrift f. orthop. Chirurgie, 1903.*
Garrè, *Ueber Skoliose bei Halsrippen. Zeitschrift für orthop. Chirurgie, Bd. 11.*
Gocht, *Ueber Blutergelenke und ihre Behandlung. Archiv für klin. Chirurgie, Bd. 59.*
Grawitz, *Ueber die Ursachen der angeborenen Hüftverrenkungen. Virchows Archiv, Bd. 74, Heft 1.*
Hagenbach-Burckhardt, *Zur Aetiologie der Rachitis. Berl. klin. Wochenschr., 1895, 21.*
Hagelstam, *Ueber die Bedeutung der Difformitäten der Wirbelsäule und des Brustkorbes bei der Diagnose der Syringomyelie.*
Hattemer, *Ueber traumatische Spondylitis und sekundäre traumatische Kyphose, I.-D. Tübingen 1897.*
Haudek, *Ueber kongenitalen Defekt der Fibula und dessen Verhalten zur sogen. intrauterinen Fraktur der Tibia. Zeitschr. f. orth. Chir., Bd. 4, 1896.*
Heberden, *Commentarii de morb. hist. et cinat, Frankfurt a. M. 1804.*
Henoch, *Vorlesungen über Kinderkrankheiten, 10. Aufl., Berlin 1899.*
Hoffmann, *Lehrbuch der Konstitutionskrankheiten, Stuttgart 1893.*
Holzknecht *und* **Kienböck**, *Ueber Osteochondritis syphilitica im Röntgenbild. Fortschritte auf d. Gebiet der Röntgenstrahlen, IV, 1901.*
Hoppe-Seyler, *Ueber Entwicklungshemmungen der Extremitäten durch Gelenkrheumatismus im Kindesalter. Deutsches Archiv f. klin. Medizin, Bd. 75.*
Hüter, *l. c.*
Jasinski, *Syphilistische Erkrankungen der Wirbelsäule. Archiv für Dermatologie, Bd. 23, 1891.*
Joachimsthal, *Ueber Spondylitis gummosa. Zeitschr. f. orthop. Chirurgie, Bd. 11, Heft 1.*
Derselbe, Ueber angeborene Anomalien der oberen Extremitäten. Gleichzeitig ein Beitrag zur Vererbungslehre. Archiv für Chirurgie, Bd. 50, Heft 3.
Derselbe, Ueber Verbildungen an extrauterin gelagerten Föten. Berl. klin. Wochenschr., 1897, 4.
Derselbe, Die angeborenen Verbildungen der oberen Extremitäten, Hamburg 1900.
Johannessen, *Ueber chronischen Gelenkrheumatismus und Arthritis deformans im Kindesalter. Deutsche Zeitschr. für klin. Medizin. Bd. 39, 1900.*
Kader, *Caput obstipum musculare. Bruns' Beiträge, Bd. 16 und 17, 1896—1897.*
Derselbe, Aetiologie der primären Muskelentzündung. Mitteilungen aus den Grenzgebieten II, 1897.
Kaempf, *Beiträge zur Kasuistik der ischämischen Muskellähmungen und Kontrakturen, I.-D. Berlin 1897/1898.*

Karewski, F., *Die chirurgischen Krankheiten des Kindesalters, Stuttgart 1894.*
Derselbe, *Deutsche med. Wochenschrift, 1889/90. — Langenb. Archiv, Bd. 37. — Centralbl. für Chir., 1892.*
Kassowitz, *Die normale Ossifikation. II. Rachitis, Wien 1885.*
Derselbe, *Zur Theorie der Rachitis. Wiener med. Wochenschr., 1901, 38.*
Kaufmann, C., *Die traumatische Knochen- und Gelenktuberkulose in ihren Beziehungen zur Unfallpraxis. Monatsschrift für Unfallheilkunde, 1895.*
Kaufmann, E., *Untersuchungen über sogenannte fötale Rachitis, Berlin 1892.*
Derselbe, *Lehrbuch der speziellen pathologischen Anatomie.*
Kienböck, *Zur radiographischen Anatomie und Klinik der chondralen Dysplasie der Knochen mit multiplen kartilaginären Exostosen. Wiener med. Wochenschr., 1903, No. 47 etc.*
Derselbe, *Ueber akute Knochenatrophie bei Entzündungsprozessen an den Extremitäten (fälschlich sogen. Inaktivitätsatrophie) und ihre Diagnose nach dem Röntgenbilde. Wiener med. Wochenschr., 1901, No. 28 u. s. w.*
Derselbe, *Die Untersuchung der trophischen Störungen bei Tabes und Syringomyelie mit Röntgenlicht. Neurolog. Zentralblatt, 1901, No. 2.*
Kirchberg u. **Marchand**, *Ueber die sogen. fötale Rachitis (Mikromelia chondromalacica). Zieglers Beiträge zur path. Anat. V, 1889.*
Kisch, *Ueber das Genu recurvatum osteomyeliticum. Bruns' Beiträge zur klin. Chir., Bd. 41, Hft. 2, 1904.*
Kirchhoff *(F. Busch, M. Schüller), Osteomalacie, Ostitis. Eulenburgs Realencyklopädie 3. Aufl., 1898.*
Klaussner, *Die Mißbildungen der menschlichen Gliedmaßen, Wiesbaden 1900.*
Kocher, *Zur Aetiologie und Therapie des Pes varus cong. Deutsche Zeitschr. f. Chirurgie, Bd. 9, 1878.*
Köhler, *Knochenerkrankungen im Röntgenbild, Wiesbaden 1901.*
König, F., *Die Tuberkulose der Knochen und Gelenke, Berlin 1884.*
Derselbe, *Die spezielle Tuberkulose der Knochen und Gelenke, I. Das Kniegelenk, Berlin 1896.*
Derselbe, *Die Gelenkerkrankungen bei Blutern etc. Volkmanns Sammlung klinischer Vorträge, N. F. No. 36.*
Krause, *Die Tuberkulose der Knochen und Gelenke, Stuttgart 1899. Deutsche Chirurgie, Bd. 28.*
Krukenberg, *Lehrbuch der mechanischen Heilmethode, Stuttgart 1896.*
Kümmel, W., *Die Mißbildungen der Extremitäten etc. Biblioth. med., 1895.*
Küster, *Fibröse Ostitis. Langenbecks Archiv, Bd. 34, 1892.*
Lauper, *Studien über Osteomalacie etc. (Röntgenstrahlen). Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen, Bd. 5, 1902.*
Leser, *Untersuchungen über ischämische Muskellähmungen und Muskelkontraktur. Volkmanns Sammlung klinischer Vorträge, No. 249, 1884.*
Lippert, K., *Ueber Wachstumsstörungen der Knochen bei multiplen kartilaginären Exosten. Deutsches Archiv für klinische Medizin, Bd. 76, Heft 1—3.*
Lorenz, *Gesellschaft der Aerzte, Wien 1887.*
Derselbe, *Die Muskelerkrankungen. Nothnagels Handbuch der spez. Path. u. Ther., 1898.*
Marchand, *Mißbildungen. Eulenburgs Realencyklopädie, 3. Aufl., 1897.*
Mikulicz, *Langenb. Archiv, Bd. 23, 1879.*
Derselbe, *Genu valgum. Archiv für Anatomie und Physiologie, 1878.*
Milner, *Ein Beitrag zur chirurgischen Bedeutung der Influenza; akute Spondylitis mit Schwielenbildung.*
Monti, *Rachitis. Kinderheilkunde in Einzeldarstellungen, Heft 11, 1900.*
Morpurgo, S., *Infektiöse Osteomalacie bei weißen Ratten. Zieglers Beiträge zur pathol. Anatomie, Bd. 28, 1900.*
Derselbe, *Malacische und rachitische Skelettveränderungen. Centralbl. für allg. Path., Bd. 12, 1902.*
Neumann, *Die syphilitischen Erkrankungen der Wirbelsäule. Wiener med. Presse, 1904.*
Narath, *Beiträge zur Therapie der Luxatio coxae congenita. Festschrift für Gussenbauer, Wien 1903.*
Olinto, *Beitrag zur Kenntnis der deformierenden Polyarthritis beim Kinde. Revue mens. de malad. de l'enf., 1894.*
Orth, *Pathologisch-anatomische Diagnostik, 5. Aufl., 1894.*
Oppenheim, H., *Lehrbuch der Nervenkrankheiten.*
Oberst, *Münchner medizinische Wochenschrift, 1890.*
Parrot, *Le rachitisme, Paris 1892.*
Pacchioni, *Jahrbuch für Kinderheilkunde. N. F., Bd. 67, 1902, Heft 1.*
Pommer, *Untersuchungen über Osteomalacie und Rachitis, Leipzig 1885.*

Petersen, V., *Ueber den angeborenen muskulären Schiefhals.*
Přibram, *Der akute Gelenkrheumatismus. Wien 1889, Nothnagels Handbuch der spez. Path. und Ther., Bd. 5.*
Derselbe, Chronischer Gelenkrheumatismus und Osteoarthritis deformans, Bd. 5.
Quincke, *Ueber Spondylitis infectiosa. Mitt. aus den Grenzgeb., Bd. 11, 1903, Heft 5.*
v. Recklinghausen, *Die fibröse und deformierende Ostitis. Die Osteomalacie und die osteoplastische Carcinose in ihren gegenseitigen Beziehungen. Festschr. für Rud. Virchow, 1891.*
Derselbe, Deutsche med. Wochenschr., 1891, No. 13 u. 34. (Referate über Vorträge, betr. Osteomalacie, Ostitis, Knochenerkrankungen.) Wiener med. Wochenschr., 1898. (Knochenstruktur, Erweichungsvorgänge bei Rachitis.)
Derselbe, Ueber osteomalacische Knochenstrukturen. Verh. der Gesellschaft deutscher Naturf. und Aerzte 1897 (Braunschweig), Leipzig 1898.
Rehn, H., *Rachitis. Gerhardts Handb. f. Kinderkrankheit, III, 1.*
Rey, *Deutsche med. Wochenschr., 1895, 35.*
Rinne, *Gelenkentzündung. Eulenburgs Realencyklopädie, 3. Aufl. 1896.*
v. Rittershaus, *Pathologie und Therapie der Rachitis, Berlin 1863.*
Roos, E., *Ueber späte Rachitis. Zeitschr. f. klin. Med., Bd. 48, 1903.*
Derselbe, Schwere Knochenerkrankung im Kindesalter. Osteomalacie? Rachitis? Zeitschr. f. klin. Med., Bd. 55, 1903.
Rüdel, *Archiv für exper. Pathologie und Pharmakologie, Bd. 33.*
Schlesinger, *Die Syringomyelie, 2. Aufl., 1902.*
Schmaus, *Grundriß der pathol. Anatomie.*
Schmorl, *Die Barlowsche Krankheit. Zieglers Beitr. zur pathol. Anat., Bd. 30, 1901.*
Schuchardt, *Die Krankheiten der Knochen und Gelenke (ausschließl. der Tuberkulose), Stuttgart 1899 (Deutsche Chir., Bd. 28).*
Schüller, A., *Polymyositis im Kindesalter. Jahrb. f. Kinderheilk., N. F. Bd. 53, Ergänzungsheft.*
Schüller, M., *Untersuchungen über die Aetiologie der sogenannten chron.-rheumat. Gelenkentzündungen. Berl. klin. Wochenschr., 1903. Verhandl. d. 15. Kongr. f. inn. Med., 1897.*
Derselbe, Einleitung zu den gonorrhoischen Gelenkentzündungen ärztlicher Praktiker, Bd. 17, 1896.
Derselbe, Chirurgische Mitteilungen über die chron.-rheumat. Gelenkentzündungen, Langenbecks Arch., 1892.
Derselbe, Polyarthritis chron. villosa und Arthr. deform. Berl. klin. Wochenschr., 1900, 5—7.
Derselbe, Gelenkentzündungen. Eulenburgs Realencyklopädie, 2. Aufl., 1886.
Schwalbe, *Ueber das postembryonale Knochenwachstum. Sitzungsber. der Ges. f. Med., Jena 1877.*
Seeligmüller, *Kontraktur. Eulenburgs Realencyklopädie.*
Derselbe, Centralbl. f. Chir., 1878.
Seemann, *Pathogenese und Aetiologie der Rachitis. Virchows Arch., Bd. 77, 1879.*
Senator, *Krankheiten des Bewegungsapparates. v. Ziemssens Handb. der spez. Path. u. Therap., Bd. 13, 1875.*
Sperling, M., *Ueber die Aetiologie der sogenannten intrauterinen Frakturen. Zeitschr. f. Geburtsh. u. Gynäkol., 1892.*
Derselbe, Die Aetiologie der sogenannten intrauterinen Frakturen. Arch. f. Orthopäd., Mechanotherap. u. Unfallchir., Bd. 1, 1903, Heft 1.
Spitzy, *Ueber das Vorkommen multipler deformierender Gelenkentzündungen im Kindesalter. Jahrb. f. Kinderheilk., Bd. 49, 1899.*
Derselbe, Zur chronischen Arthritis der Kinder. Zeitschr. f. Orthop., Bd. 11, 1903.
Sudeck, P., *Ueber die akute entzündliche Knochenatrophie. Langenbecks Arch., Bd. 62, 1900.*
Derselbe, Ueber die akute (reflektorische) Knochenatrophie nach Entzündungen und Verletzungen an den Extremitäten und ihre klin. Erscheinungen. Fortschr. auf dem Gebiet d. Röntgenstrahlen, Bd. 5, 1902.
Stilling, *Ueber Ostitis deformans. Virchows Arch., Bd. 49, 1890.*
Vierordt, *Rachitis und Osteomalacie. Nothnagels spezielle Pathol. u. Therap., Bd. 7, Teil 1.*
Virchow, *Normales Knochenwachstum und rachitische Störung desselben. Virchows Arch., Bd. 5, 1853.*
Vogt, P., *Moderne Orthopädik, Stuttgart 1883.*
Voit, *Zeitschr. f. Biol., Bd. 16.*
Volkmann, *l. c.*
Wegner, *Virchows Arch., Bd. 56.*

Wieting, *v. Bruns' Beiträge zur klin. Chir., Bd. 30, 1901, Heft 3.*
Winckel, *Aetiologische Untersuchungen über einige sehr seltene Mißbildungen. Münch. med. Wochenschr., 1896, p. 17.*
Ziegler, *Ueber Rachitis und Osteomalacie. Münch. med. Wochenschr., 1902, p. 35.*
Derselbe, Lehrbuch der allgemeinen und speziellen Anatomie, 10. Aufl., 1902.
Derselbe, Beiträge zur pathologischen Anatomie, Bd. 1 u. 4.
Zweifel, *Aetiologie, Prophylaxe und Therapie der Rachitis, Leipzig 1900.*

III. Entstehung der Deformitäten.

1. Belastungsdeformitäten.

Nach der Festigkeitslehre wird ein belasteter elastischer Träger nicht nur auf Druck, sondern auch auf Biegung beansprucht. Ein Stab mit quadratischem Querschnitt, welcher nur das 3—5-fache der Dicke zur Länge hat, kann schon nicht mehr durch Zerdrückung allein zerstört werden, sondern er wird vorher zerknickt werden. Bei zunehmender Länge übertrifft der Einfluß der Biegung den der Zusammendrückung mehr und mehr. Die Strebfestigkeit ist demnach verschieden, je nach der Druckfestigkeit und je nach der Knickfestigkeit des elastischen Trägers.

Von weiterem Einfluß auf die Strebfestigkeit ist die Art der Befestigung und die Form der Träger. Ein Stab von überall gleichem Querschnitt und überall gleicher Festigkeit, dessen eines Ende befestigt ist und dessen anderes Ende bewegt wird, bricht bei der Zerknickung am Ort der Befestigung. Bei gelenkiger oder nicht gelenkiger Befestigung beider Enden rückt die gefährdete Stelle, der sogenannte gefährliche Querschnitt, in die Mitte. Die Strebfestigkeit des Trägers ist erhöht und kann dadurch noch mehr gesteigert werden, daß der Querschnitt gegen die Mitte des Trägers hin von beiden Seiten her zunimmt.

Rauber hat zuerst darauf hingewiesen, daß die beiden großen Knochen der unteren Extremität, Femur und Tibia, in statischer Hinsicht als eine einzige, wesentlich auf Streckstellung berechnete und konstruierte Knochensäule aufzufassen ist. Die Mitte der Stützsäule, das Kniegelenk, bedarf einer besonderen Verstärkung, weil hier der gefährliche Querschnitt zu suchen ist. Durch die Zunahme des reellen Querschnittes soll vornehmlich der Einknickung in frontaler Ebene vorgebeugt werden. Die Beugeleistung beider Knochen geht nebenher und vermehrt die Gebrauchsweise der Extremität vor allem für die Zwecke der Ortsbewegung.

Da somit die Widerstandsmomente der einzelnen Querschnitte je nach dem Grade der Beanspruchung der „tibiofemoralen Knochensäule" wechseln, so stellt letztere einen Körper von gleicher Biegungsfestigkeit dar.

Auch die Formeigentümlichkeiten der Querschnitte haben einen Einfluß auf die Festigkeit der Knochen, wie H. Hirsch z. B. ausführlich für die Schienbeinform auseinandergesetzt hat. Bei der Entstehung der Deformitäten scheinen indes diese Formeigentümlichkeiten weniger in Betracht zu kommen, da das Widerstandsmoment der pathologisch veränderten Knochen je nach dem Grade und der Lokalisation der Erkrankung wechselt. Für das normale Schienbein hat Hirsch festgestellt, daß die Ausbiegung medialwärts leichter zu stande kommt als diejenige lateralwärts.

Wie im Aeußern, so bilden auch im Innern Femur und Tibia ein zusammenhängendes Ganze. Mit der Konstruktion eines CULMANNschen Krans ist die Architektur des Femur noch nicht hinreichend erklärt. Die Bälkchenzüge im oberen Abschnitt des Femur konvergieren zunächst dachförmig nach dem obersten Abschnitt des Schenkelhalses. Außerdem kreuzen sich die Bälkchen zum Teil schon, ehe sie in den Schenkelhals eintreten. Der Oberschenkel kann somit auch als ein aufrechter Träger aufgefaßt werden, der nicht in axialer Richtung, sondern, wie die Kreuzung der Bälkchen beweist, von beiden Seiten her, d. h. am Oberschenkelkopf und am Trochanter major, Last aufnehmen kann. Wir werden an die in der Technik vielfach verwendeten T-förmigen Träger erinnert. Auch der Vergleich mit einem Brückenpfeiler ist zulässig. Schenkelhals und Schenkelkopf bilden wiederum einen Träger für sich, einen Nebenträger, der mit dem Hauptträger zweifellos den Vergleich mit einem Kran im Sinne von CULMANN und JULIUS WOLFF zuläßt. Wir sind aber auch in der Lage, aus dem oberen Ende des Femur Schnitte zu gewinnen mit einer Architektur, welche der bekannten Architektur des Calcaneus sehr ähnlich sieht. Im Prinzip die gleiche Anordnung wie im Calcaneus zeigen


Fig. 36.


Fig. 37.


Fig. 38.


Fig. 39.


Fig. 40.

Femur und Tibia zusammen. Die Kreuzung findet am oberen Ende des Femur und am unteren Ende der Tibia oder auch in der Fußwurzel statt. Auf Frontalschnitten durch den unteren Abschnitt des Femur und den oberen Abschnitt der Tibia sehen wir dagegen, daß die von der Substantia compacta der Diaphyse sich abblätternden Bälkchen der Substantia spongiosa hauptsächlich in parallelen Zügen in der Längsrichtung der Knochen verlaufen.

Aus diesen Auseinandersetzungen können wir auch entnehmen, daß die Art der Befestigung eines belasteten elastischen Trägers von Einfluß ist auf die Deformation des Trägers bei der Beanspruchung auf Biegung. Sind die Enden z. B. eines prismatischen Stabes frei beweglich, ohne jedoch ihren Platz wechseln zu können, wie in einem Kugelgelenke, so erfolgt die Durchbiegung in C-Form (Fig. 36). Ist jedoch der Stab an beiden Enden fest eingeklemmt, so entstehen zwei Wendepunkte der Kurve (Fig. 37). Fig. 38 entsteht, wenn der Stab bis zum Zerknicken weiter durchgebogen wird. Ist das obere Ende so beweglich, daß es eine beliebige Neigung annehmen kann, und das untere Ende eingespannt, so entsteht Fig. 39, in der nur ein Wendepunkt zu erkennen ist. Wird der Stab bei der Durchbiegung in der Mitte festgehalten, so daß diese sich seitlich nicht verschieben kann, so resultiert die S-Form, indem der

Stab in zwei Abschnitte zerlegt wird, von denen statisch sich jeder gesondert betrachten läßt (Fig. 40).

Die gleichen statischen Vorgänge sind auch bei der Entstehung der Deformitäten zu beobachten. Den Beweis glaube ich für die Skoliose erbracht zu haben. Auch SCHANZ weist darauf hin, daß bei jeder „statischen Belastungsverbiegung der Wirbelsäule" eine Haupt- und zwei Gegenkrümmungen entstehen müssen.

Die Ausbildung der Belastungsdeformitäten der unteren Extremitäten hängt wesentlich von dem Verhalten der Kniegelenke ab. Je mehr letzteres statisch insuffizient ist und je weniger eine kräftige Streckstellung beim Gehen und Stehen zu erreichen ist, desto entfernter liegt bei gegebener Ursache die Möglichkeit, daß die Deformität im Bereich des Kniegelenkes auftritt. Viel wahrscheinlicher ist in diesen Fällen die Verbiegung der Unterschenkelknochen. Es ist deshalb kein Zufall, daß bei rachitischen Kindern, die das Gehen noch nicht vollständig erlernt oder wieder verlernt haben, so oft eine bogenförmige Verkrümmung hauptsächlich der Tibia nach vorn auftritt (Fig. 41), oder daß so selten eine Verkrümmung nach rückwärts zu finden ist. Es kann eben in solchen Fällen eine kräftige Streckung des Kniegelenkes nicht vorgenommen werden und aus der Beugung des Gelenkes ergibt sich ohne weiteres eine Disposition für die erwähnte Form der Verkrümmung der Diaphyse.



Fig. 41.

Die mehr oder weniger bogenförmige oder säbelscheidenförmige Verkrümmung der Tibia ist aber nicht eine nur der Rachitis eigentümliche Form der Verkrümmung. Die Erscheinungen finden sich in ähnlicher Ausprägung auch bei der Osteomalacie. Hinsichtlich der Form ist die Aehnlichkeit zwischen rachitischen und osteomalacischen Verkrümmungen überhaupt nicht zu verkennen. Die schweren Formen der osteomalacischen Verunstaltungen werden jedoch von der Rachitis nicht erreicht.

Häufiger noch als die Verkrümmung der Unterschenkelknochen bei der Rachitis und Osteomalacie in der Sagittalebene nach vorn ist

die Verkrümmung in der Frontalebene mit lateralwärts gerichteter Konvexität (Fig. 14). Der Mechanismus bei dieser Form ist der gleiche wie bei der Entstehung des rachitischen Genu varum, das ja in der Regel mit der bogenförmigen, lateralwärts gerichteten Verkrümmung der Unterschenkelknochen kombiniert ist.

Schmerzhafte Knochenerkrankungen, wie die Ostitis deformans syphilitica, sind ebenfalls in der Lage, die Belastung der unteren Extremität in Streckstellung zu behindern. Wir sehen in der Tat auch bei dieser Erkrankung häufig eine Verkrümmung der Tibia nach vorn, ebenso eine Verkrümmung im Sinne der O-Bein-Stellung. Wenn auch nach Albert anzunehmen ist, daß ein Genu varum oft vorgetäuscht wird durch habituelle Beugestellung der Kniegelenke, z. B. bei Kavalleristen, so kann andererseits doch auch nicht bestritten werden, daß die mangelhafte Streckfähigkeit der Kniegelenke den ersten Anlaß für die Ausbildung einer derartigen Verkrümmung abgibt.



Fig. 42.

Auch die S-Form, die, wie die vorhergehenden Typen, in der Zeit auftritt, in der die Kinder das Laufen beginnen, läßt auf eine verhältnismäßig starke Plastizität der Knochen im ganzen Bereich der Diaphysen schließen.

Bei rachitischen Kindern kommt in Bezug auf die Deformation in zweiter Linie die Bevorzugung der Endteile der Diaphysen, nämlich der Gebiete der endochondralen Ossifikation, in Betracht. Wir wissen, daß in der Zeit des Auftretens der rachitischen Deformitäten bereits eine Besserung des krankhaften Prozesses zu bemerken ist. An Strebfestigkeit wird zunächst die Dura gewinnen, da im Bereich der periostalen Ossifikation eine verhältnismäßig stärkere und schnellere Verkalkung des osteoiden Gewebes stattfindet. Auch bei der Spätrachitis pflegt die Deformation im Bereich der jüngsten Neubildung der endochondralen Ossifikation zu beginnen. Die Deformation ist deshalb weniger deutlich an den Epiphysen zu erkennen. Dagegen sind bei der Frührachitis in der Regel auch die Epiphysen keilförmig deformiert.

Bei sekundär entzündlichen Deformitäten hängt die Art der Deformation selbstverständlich auch von dem Grad und der Ausdehnung der primären Herderkrankung ab.

Soviel können wir also behaupten, daß bei der Entstehung der Belastungsdeformitäten konstitutionellen Ursprungs die vorwiegend an den Diaphysen der unteren Extremitäten vorkommende Verbiegung auf einen höheren Grad der pathologischen Vorgänge am Knochensystem schließen lassen, daß andererseits mit zunehmender Elastizität der Knochen im allgemeinen die Deformation sich auch mehr auf die Gelenkenden, resp. auf die Gebiete der endochondalen Ossifikation oder auf die jüngsten Knochenpartien, beschränkt. Als Beispiel kann

das rachitische Genu valgum, das ohne sonstige schwere Veränderungen am Skelett zu beobachten ist (Fig. 42), angeführt werden.

An den oberen Extremitäten, an denen die Belastungsdeformitäten einen weniger hohen Grad erreichen, kommen rachitische Verbiegungen des Humerus mit der Kurvatur nach außen relativ häufig vor. Auch hier sehen wir an den Diaphysen die Gebiete der endochondralen Ossifikation bevorzugt, wie am oberen Abschnitt des Humerus und am unteren Abschnitt des Vorderarmes, seltener am unteren Abschnitt des Humerus. Am Vorderarm kann der Radius sich stärker verbiegen als die Ulna (Fig. 43). Es kommt dadurch gleichzeitig zu einem stärkeren Vortreten des Capitulum ulna und zu einer Stellungsanomalie der Hand, die, wie E. Bennecke neuerdings nachgewiesen hat, Aehnlichkeit hat mit der von Madelung beschriebenen volaren Spontanluxation der Hand.



Fig. 43.



Fig. 44.

Einzelne Deformitäten der oberen wie der unteren Extremitäten, die sich an den Gelenkenden abspielen, können natürlich auch auf traumatische oder entzündliche Erkrankungen zurückzuführen sein. Im letzteren Falle tragen die Gelenkenden entweder den Charakter der Deformation (Fig. 17, 18a, 19, 20, 29, 33), oder den der Destruktion [Fig. 21, 30, 31, 44 (Tuberkulose des Radius und der Handwurzel), 46].

Während wir für die Verkrümmungen der Diaphyse der Röhrenknochen keine einheitlichen Benennungen haben, bezeichnen wir die als Belastungsdeformität entstandene pathologische Abduktionsstellung eines Gliedes als Valgusstellung, die pathologische Adduktionsstellung als Varusstellung. Bei der ersten bildet das Gelenk einen nach außen, bei der letzten einen nach innen offenen Winkel. Wir sprechen

von Coxa valga, Coxa vara, Genu valgum, Genu varum, Pes valgus, Pes varus (Talipes), Hallux valgus, Hallux varus, ferner von Humerus varus, Cubitus valgus, Cubitus varus, schließlich von Manus valga und Manus vara (Talimanus). Alle diese Abnormitäten zeigen indes keine rein seitliche Abweichung, da in der Regel Kombinationen vorkommen mit anderweitigen Stellungsveränderungen und Bewegungsvorgängen.

Hinsichtlich der Stellungsveränderungen verweisen wir auf die Kombination von Pes varus und Pes equinus, ferner von Pes planus und Pes valgus, die auch zu den Bezeichnungen Pes varoequinus und Pes plano-valgus Veranlassung gegeben haben. Bekanntlich sind diese Anomalien auch noch mit abnormer Supination, resp. Pronation verbunden. Die reine Equinus-Stellung, ebenso die reine Calcaneusstellung (Dorsalflexion) oder den Hakenfuß pflegen wir nicht zu den Belastungsdeformitäten, sondern zu den Kontrakturen zu rechnen.

Auf die fundamentalen Bewegungsvorgänge bei der Entstehung der knöchernen Deformitäten der Extremitäten haben wir noch etwas näher einzugehen.

Wir haben schon zur Genüge auseinandergesetzt, daß wir die Pathogenese der Deformitäten als eine mechanische auffassen. Die Aenderung der Knochenform beruht in erster Linie in der Zusammendrückung der Querschnitte infolge Ueberwindung der Druckfestigkeit. An den kurzen spongiösen Knochen entsteht auf diese Weise die Keilform. Beim Genu valgum infantum sind in der Regel auch die Epiphysen des Kniegelenkes keilförmig deformiert, während beim Genu valgum adolescentium nach Mikulicz die Abknickung im unteren Abschnitt der Diaphysen zu suchen ist. Die Ueberwindung der Druckfestigkeit erkennen wir auch an der Verdickung der Epiphysen. Bei der Rachitis sind in verhältnismäßig geringem Grade auch die Diaphysen verdickt. Die Verdickung geht einher mit Verkürzung.

Der Effekt der Belastung oder des Muskelzuges in mechanischer Hinsicht ist in zweiter Linie an den Röhrenknochen entweder der der Biegung oder der der Knickung. Die Knickung ist nur eine Steigerung der Biegung.

Es ergibt sich deshalb eine nicht unwesentliche Verkürzung der Extremitäten oder des Rumpfes während der rachitischen Erkrankung. An das Ende des krankhaften Prozesses schließt sich aber nicht selten ein intensives Längenwachstum an mit Besserung der Deformitäten. Leichtere Verkrümmungen des ersten Kindesalters verschwinden nach mehreren Monaten oder einigen Jahren gewöhnlich vollständig. Schwerere Verkrümmungen können aber zum Teil bestehen bleiben. Auch kann das Längenwachstum der unteren Extremitäten überhaupt zurückbleiben, während der Rumpf normale Größe erreicht, wenn er sich nicht ebenfalls verkrümmt. Wir sprechen dann von rachitischem Zwergwuchs. Erstaunlich ist oft auch die rasche Besserung rachitischer Skoliosen in der Zeit der Pubertät.

Mit der Ausheilung der Rachitis verschwindet auch die Verdickung der Epiphysen meist ganz. Der rachitische Rosenkranz kann aber bestehen bleiben (cf. oben).

Auch bleiben die Diaphysen, besonders die der Tibia und der Fibula, oft das ganze Leben hindurch säbelscheidenartig und scharf-

kantig („Säbelbeine"), außerdem, wie ebenfalls schon erwähnt, verhältnismäßig sehr hart.

Die Verdickung bei der Ostitis deformans ist nicht auf die Belastung, sondern auf die Neubildung, resp. auf die schwammige Aufblätterung der Substantia compacta zurückzuführen. Sie führt zur Vergrößerung des Volumens im ganzen, demnach auch zur relativen Verlängerung.

Zur Verstärkung der Knickung tragen auch Traumen bei. So entstehen bei rachitischen Knochen häufig Infraktionen derart, daß, wie VIRCHOW ausführt, bei unverletztem Periost ein Bruch nur an der konkaven Seite vorkommt, während die konvexe Seite nur eine Biegung erleidet. Die Markhöhle erleidet dabei in der Regel infolge der Zusammenpressung des Materials und der später hinzutretenden Enostosenbildung resp. Eburneation eine Verschiebung nach der Konvexität. Sie kann bei Infraktionen von Kallusmasse anfangs ganz ausgefüllt werden.

Bei der Beanspruchung auf Biegung oder Knickung findet sich nun bei jeder Deformität eine Stelle, an welcher die Biegungs- oder Knickungsspannungen am stärksten sind. Man kann diese Stelle als den *Höhepunkt oder das Maximum der Kurvatur* bezeichnen. Da die Kurve vom Maximum aus sich nach oben und unten in umgekehrter Richtung verhält, der obere Teil einer Deformität also gewissermaßen das Spiegelbild des unteren Teiles darstellt, so hann man auch von der *Stelle der Reflexion* sprechen.

Diese Stelle, die Stelle der stärksten Durchbiegung, zeigt bei den Deformitäten außer der Biegung oder Knickung einen weiteren wichtigen Bewegungsvorgang, nämlich *Rotation um die Längsachse*.

Knickung und Rotation erzeugen in jedem Abschnitt der Deformität, nach oben und nach unten, eine *Torsion*, und zwar eine *Torsion in longitudinaler und eine Torsion in transversaler Richtung. Torsion bedeutet behinderte Rotation.* Bei der Entstehung der statischen Coxa vara pflegt der Trochanter major eine Rotationsbewegung nach rückwärts auszuführen, wodurch es am Schenkelhals zu einer deutlichen Torsion kommt. Bei der Entstehung des Genu valgum rotiert das Kniegelenk nach außen, so daß der mediale Condylus weiter nach vorn tritt, während in der Regel das Kniegelenk auch eine Beugestellung annimmt. Die Rotation ist selbst bei geringgradiger Valgusstelluug im Kniegelenk schon nachzuweisen und oft das erste auffällige Symptom (Fig. 10 und 45). Das Genu varum ist kombiniert mit einer Rotation nach innen, zuweilen mit Hyperextension.

Was den Plattfuß und den Klumpfuß betrifft, so sind auch hier Rotationsvorgänge um die Längsachse des Unterschenkels, welche vom Unterschenkel auf den Talus übertragen werden, an anatomischen Präparaten deutlich nachzuweisen. Beim Plattfuß wird gewissermaßen der Talus aus dem Fußgerüst nach innen herausgewälzt. Somit macht der Talus nicht eine einfache Seitenbewegung, wie H. v. MEYER angenommen hat, sondern die Bewegung ist größtenteils eine rotatorische. Mit der Anerkennung dieses Satzes werden alle übrigen Plattfußtheorien, was den Mechanismus betrifft, überflüssig. Bekanntlich spielt die Rotation auch bei der Pathogenese der Skoliose eine große Rolle.

Hier muß auch noch einmal darauf hingewiesen werden, daß die Erschlaffung der Gelenke, die bei der Rachitis im floriden Stadium vorhanden ist, ebenfalls zur Deformation der Gelenkenden beitragen kann.

Auch beim rachitischen Schädel spielen Wachstumsstörungen und Druckverhältnisse eine Rolle. Die Schädelbasis kann im Wachstum zurückbleiben, so daß der Nasengrund vertieft erscheint, während das Schädeldach durch den Druck des venös-hyperämischen Gehirns oder durch Hydrocephalus ventricularis eine abnorme Größe erreichen kann. Die Resorption an der Konkavität des Schädeldaches, erkennbar an den siebförmig verdünnten, den Prominenzen der Hirnwindungen entsprechenden Stellen in der Schädeldecke, die pergamentartige Verdünnung an manchen Stellen, die Auflagerung nur weichen, osteoiden Gewebes, das Klaffen der Nähte, die Bildung von häutigen Lücken im Schädeldach, Erscheinungen, welche unter dem Namen Kraniotabes rachitica zusammengefaßt werden, sind die Ursachen der geringen Widerstandsfähigkeit der Schädeldecke. Daneben finden sich oft osteophytäre Auflagerungen an den Tubera frontalia und parietalia und eine Abflachung des Hinterhauptes. Man nennt den Zustand Tête carrée (Quadratschädel) oder Frons quadrata. Der Oberkiefer am Ansatz des Jochbogens und der Unterkiefer hinter den Schneidezähnen zeigen oft winklige Knickung. Der Alveolarfortsatz des Unterkiefers kann nach innen, der des oberen schnabelförmig nach außen und vorn gedreht sein. Auf die Störungen während der Dentition brauchen wir hier nur hinzuweisen.



Fig. 45.

Die Verunstaltungen des Brustkorbes sind teils abhängig von Verkrümmungen der Wirbelsäule oder von Schrumpfungsprozessen im Thorax („rétrécissement thoracique"), teils treten sie selbständig auf. Der asymmetrische Thorax ist der ständige Begleiter der Skoliose. Dem runden Rücken entspricht eine schmale Brust, dem flachen

Rücken eine gewölbte Brust. Ist die Wirbelsäule im unteren Abschnitt kyphotisch, im oberen Abschnitt lordotisch, so richtet sich manchmal das untere Ende des Brustbeines nach oben hin dachförmig auf. Es kann auch stärker nach vorn gewölbt sein. Durch das Vortreten des Sternum kann sich ferner der Brustkorb kielartig nach vorn verschmälern. Der von den Armen her geleistete Seitendruck begünstigt das Zustandekommen dieser Deformität, welche wir Pectus carinatum oder gallinaceum, Hühnerbrust, nennen. Für das Zustandekommen derselben unabhängig von der Wirbelsäule wird auch der inspiratorische Zug seitens des Zwerchfells als Ursache bezeichnet. Von der Achselhöhle bis zum Rippenbogen herab ist beim Pectus carinatum der Thorax abgeflacht oder sogar konkav eingebogen. Der Querdurchmesser ist verkleinert, der gerade Durchmesser vergrößert. Die Schlüsselbeine sind meist im vorderen Abschnitt stärker nach vorn ausgebogen.

Durch Einziehung des unteren Teiles der Sternokostalgegend entsteht die sogenannte Trichterbrust (oder Schusterbrust). Aehnliche Einziehungen infolge von Rachitis kommen auch zu beiden Seiten des unteren Abschnittes der Sternalgegend vor. Die angeborene Trichterbrust zeigt gewöhnlich eine stärkere Impression des Sternum. Sie ist entweder die Folge von Entwickelungsstörungen oder von abnormer Lagerung. Marchand konnte in einem Fall den Druck der Kniegelenke gegen das Sternum bei stark gebeugten Oberschenkeln, Ribbert den Druck des Kinnes bei stark gebeugtem Kopf als Ursache der Entstehung der Mißbildung nachweisen.

Je nachdem die deformierende Gewalt bei der Rachitis vom Kreuzbein oder von den Femurköpfen her überwiegt, haben wir das platte rachitische Becken oder das pseudoosteomalacische Becken. In der Mitte steht das allgemein verengte Becken. Beim platten Becken sinkt das Kreuzbein mit dem Promontorium stärker in das Becken hinein und krümmt sich konkav nach vorn, die Conjugata vera verkürzt sich, der Beckeneingang wird nierenförmig. Der Schambogen ist dann abnorm weit, die Sitzknorren rücken auseinander und die Gelenkpfannen sehen mehr nach vorn. Die Darmbeinschaufeln bleiben im Wachstum zurück, sie sind flach und klaffen vorn auseinander. Das pseudoosteomalacische Becken zeichnet sich durch eine noch stärkere Deformation aus. Das Promontorium springt nämlich noch stärker nach unten vor, die Pfannengegend wird beiderseits nach innen gedrängt, so daß auch eine Querverengung entsteht, der Beckeneingang wird dreieckig, kartenherz- oder kleeblattförmig, die Symphyse wird schnabelförmig nach vorn gedrängt.

Gewöhnlich ist das platte rachitische Becken (nach Rehn) auch stärker geneigt, was für die Beurteilung der Haltungstypen, mit denen sich H. v. Meyer, Staffel u. a. näher beschäftigt haben, sehr ins Gewicht fällt. Man kann indes auch Beckenformen finden, bei welchen das Becken wie um eine durch die Schenkelköpfe gehende Achse nach unten abgeknickt erscheint. Hinten drückt das Kreuzbein nach unten und zugleich nach vorn und vorn wird durch die Adduktoren des Oberschenkels eine Gegenzug von der Gegend der Symphyse aus nach unten ausgeübt. Es wird dadurch das Kreuzbein in das Becken hineingetrieben und die Querspannung erhöht werden, während die Symphyse eine verhältnismäßig geringere Dislokation erleidet. Viel-

leicht übt auch häufiges und langes Sitzen einen Einfluß auf diese Beckengestalt aus, besonders bei der Spätrachitis.

Noch höhere Grade der Deformation zeigt natürlich das osteomalacische Becken. Die Veränderungen sind im Prinzip die gleichen wie bei dem pseudoosteomalacischen Becken, da sich auch hier die beiden Momente: der Druck des Rumpfes auf das Kreuzbein und der seitliche Druck der Oberschenkel auf die Darmbeine, geltend machen. Beim spondylolisthetischen Becken wird das Promontorium von dem über den Körper des 1. Kreuzbeinwirbels herabgerutschten Körper des 5., eventuell auch des 4. oder 3. Lendenwirbels gebildet. Die Erkrankung (Spondylolisthesis) kann durch Trauma, Entzündung oder Entwickelungsanomalien zu stande kommen. Oft ist die Aetiologie nicht bekannt.

Beim sog. lumbosakral-kyphotischen Becken ist das Kreuzbein oben zurückgedrängt und nach hinten gekrümmt, die Spinae ischiadicae sind einander genähert. Dadurch entsteht ein trichterförmig verengtes Becken.

Zu den asymmetrischen Becken zählen das kyphoskoliotische und das koxalgische Becken. Bei der Skoliose ist das Kreuzbein nach der einen Seite um die Längsachse gedreht und verschoben, die Symphyse ist nach der anderen Seite verschoben. Außerdem ist das Becken meist um eine frontale, von rechts nach links durch die Hüftgelenke gehende Achse torquiert, so daß die Spina iliaca anterior superior derjenigen (gewöhnlich rechten) Seite, nach welcher die Symphyse verschoben ist, tiefer steht als die der anderen Seite. Da gewöhnlich auch die Pfanne etwas tiefer steht, so ist dies gewissermaßen eine fixierte attitude hanchée.

Bei dem koxalgischen Becken ist das erkrankte Hüftgelenk nach hinten gedrängt, woraus ebenfalls eine Schiefheit des Beckens resultiert. Auf weitere Abnormitäten des Beckens einzugehen, ist hier nicht möglich, da sie für die Orthopädie kein näheres praktisches Interesse haben.

Wie die Belastung, so ist auch der Muskel- und Bänderzug, wie schon wiederholt erwähnt wurde, geeignet, deformierend auf rachitische Knochen einzuwirken, wie die starke Ausprägung der Lineae, Cristae und Tuberositates an den einzelnen Knochen beweisen, ferner die Umbiegung des medialen Schulterblattrandes nach vorn, eventuell auch die Abplattung der Darmbeinschaufeln etc.

Selbstverständlich gibt es auch hinsichtlich der Pathogenese der Belastungsdeformitäten ein Stadium der Entwickelung und ein Stadium der Heilung. Im ersten Stadium ist die Pathogenese der Belastungsdeformitäten, wie wir zur Genüge auseinandergesetzt haben, immer eine mechanische. Bei der Deformation verliert der Knochen an Elastizität (Strebfestigkeit) und gewinnt an Plastizität. Nur im zweiten Stadium kann die Pathogenese eine funktionelle sein, d. h. mit dem Wiedereintreten der inneren, elastischen Spannkräfte ordnet sich die innere Architektur nach der Richtung der einwirkenden Kräfte an. Beispiele hierfür hat Julius Wolff in unermüdlicher Weise zusammengetragen, allerdings mit anderen Schlußfolgerungen, da ihm die funktionelle Pathogenese, wie wir auseinandergesetzt haben, allein genügte.

Wir haben die Pathogenese der erworbenen Belastungsdeformitäten vorausgestellt, weil sie wesentlich komplizierter ist als die der an-

geborenen Deformitäten. Auch bei letzteren spielen die mechanischen Momente die Hauptrolle, wenn wir nur die deformen Knochen und nicht die eventuell vorliegenden Mißbildungen in Betracht ziehen. Die mechanischen Ursachen haben wir oben ausführlicher erwähnt. Auch haben wir bereits die verschiedenen Formen der angeborenen Deformitäten geschildert. Demnach handelt es sich bei den angeborenen Deformitäten um mechanische Aenderung der normalen Wachstumsrichtung, ferner um Mißgestaltung infolge rudimentärer Entwickelung, Defekt oder Ueberzahl einzelner Teile.

2. Kontrakturen.

Nach dem Sitz der primären Erkrankung unterscheiden wir arthrogene, myo-, tendo- und desmogene, neurogene und dermatogene Kontrakturen.

Arthrogene Kontrakturen können entstehen im Anschluß an Verletzungen der knöchernen Gelenkenden. Die Beugestellung wird nach der Bruchheilung unterhalten durch die Dislokation der Fragmente oder durch Zwischenlagerungen im Gelenk, weshalb sie als passive Kontraktur bezeichnet werden kann. Ein häufiger Sitz der traumatischen arthrogenen Kontrakturen ist das Ellenbogengelenk. Hierher zu rechnen sind auch die passiven arthrogenen Kontrakturen, die bei längerer Fixation der Gelenke nach Verletzungen beobachtet werden. Hier ist die Ursache der Bewegungsstörungen hauptsächlich in Veränderungen der Gelenkkapsel und der Gelenkbänder zu suchen.

Arthrogene Kontrakturen sind ferner die Folge von Entzündungen der Gelenke. Den ersten Anlaß zur Kontrakturstellung bietet der Schmerz, den die entzündliche Infiltration der Gelenkweichteile und der Weichteile der Umgebung, sowie die Füllung der Gelenkhöhle mit Blut, serösem Exsudat oder mit Eiter verursacht. Nach dieser Auffassung sind alle arthrogenen Kontrakturen entzündlichen Ursprungs im Beginn reflektorische Kontrakturen. Wenn wir auch diese Kontrakturen zu den aktiven Kontrakturen gerechnet haben, so können wir uns doch König nicht anschließen, wenn er z. B. für die tuberkulösen Kontrakturen des Kniegelenkes annimmt, daß die Bewegungsdefekte zunächst unter dem Einfluß des Willens entstehen. Die reflektorische Beugestellung ist vielmehr als eine unwillkürliche anzusehen. Wie in der Lehre von den Reflexen überhaupt, so ist allerdings auch in der Lehre von den Kontrakturen die Grenzlinie zwischen den Begriffen Reflex und Willkür schwer zu ziehen.

Selbstverständlich tragen auch willkürliche Bewegungen zur Ausbildung der typischen Kontrakturstellungen bei. Denselben geht aber immer die reflektorische Flexionsstellung als Primärstellung voraus. Die willkürlichen Bewegungen entstehen erst dann, wenn es sich darum handelt, dem erkrankten Gelenk eine möglichst günstige Position zu verschaffen, in welcher es vor weiteren Bewegungen, Belastung oder Insulten möglichst geschützt ist. Das sind aber äußere Einflüsse, die auf ein Gelenk einwirken, einfache Lageveränderungen, welche gewiß auch die Richtung der Kontraktur bestimmen helfen. Die Stellung, welche ein entzündetes Gelenk der unteren Extremitäten einnimmt, ist nach Königs ausgezeichneter Schilderung z. B. abhängig davon, ob das erkrankte Glied zum Gehakt benutzt worden ist oder

nicht. Bei schmerzhaftem Gelenk wird das gesunde Bein mehr belastet und steht deshalb adduziert, das kranke Bein steht beim Stehen und Gehen in Abduktion und Flexion. König gibt auch der Möglichkeit Ausdruck, daß das kranke Bein zunächst in Bonnetsche Beugestellung versetzt wird. Dadurch wird die Extremität kürzer. Das Bestreben, sie zu verlängern und sie aus der senkrechten Belastungslinie herauszubringen, bewirkt alsdann die Abduktionsstellung. Bei pathologisch nachgiebigen Gelenken muß sich dann neben der Kontraktur ein entzündliches Genu valgum herausbilden (Genu valgoflexum). König bezeichnet diese Kontraktur als Belastungskontraktur. Eine strenge Abgrenzung von den Belastungsdeformitäten ist also hier ebensowenig möglich wie bei den paralytischen Kontrakturen. Außer der Valgusstellung tritt zuweilen auch eine Rotationsstellung des Unterschenkels nach außen ein.

Auch bei der Coxitis pflegt das Bein so lange in Abduktionsstellung zu verbleiben, als die Kinder nicht permanent das Bett hüten müssen. Tritt letzterer Fall ein, so entwickelt sich statt der Abduktionskontraktur die bekannte typische Adduktionskontraktur des Hüftgelenkes. Tuberkulöse Gelenkentzündungen führen manchmal außerordentlich rasch zu derartigen Stellungsanomalien der Gelenke. Nach Abnahme der Verbände tritt außerdem sehr oft ein Rezidiv der Kontraktur ein.

Die reflektorische Kontraktion der Muskulatur wird zuweilen auch als Spasmus oder tonischer Krampfzustand der Muskulatur bezeichnet, obwohl ein zentrales Leiden nicht vorliegt. Bei beiden Arten, dem zentral und dem reflektorisch verursachten Spasmus, ist die spezifische Wirkung die Beugestellung. Bei dem Spasmus aus zentralen Gründen haben die Beuger zwar auch ein Uebergewicht über die Strecke, aber eine Erschlaffung der Streckmuskulatur tritt nicht ein. Bei der angeborenen spastischen Gliederstarre steht ja, worauf zuerst Schulthess hingewiesen hat, die Patella infolge der Muskelspannung der Strecker des Unterschenkels höher. Bei andauernder reflektorischer Kontraktur dagegen tritt eine pathologische Erschlaffung der Streckmuskulatur ein und es wird behauptet, daß die Strecker bei Gelenkleiden stärker zu atrophieren pflegen als die Beuger.

In diesem Sinne kann man auch ein Ueberwiegen der Flexoren über die Extensoren gelten lassen. Auf diese klinisch wichtige Tatsache hat schon Bähr aufmerksam gemacht, indem er das Zustandekommen der reflektorischen Atrophie des Quadriceps als eine Hemmung des motorischen Impulses auf dem Wege des Reflexes zu erklären sucht. Lücke und E. Fischer nahmen bekanntlich an, daß ein Ueberwiegen der Flexoren über die Extensoren schon normaliter besteht. Diese Frage hatte schon die Gebrüder Weber beschäftigt, welche aber anderer Meinung waren. Sie fanden, daß die Streckmuskeln des Beines, von welchen die Kraft ausgeht, durch welche wir uns fortbewegen, an Masse bei weitem die Beugemuskeln übertreffen, und selbst die aller übrigen Muskeln des Beines zusammen, daß ferner der Mechanismus des Beines kein solcher ist, daß die Beugemuskeln unter einem günstigeren Winkel oder auf längere Hebelarme wirken als die Streckmuskeln. Nach diesen Autoren ist deshalb die Behauptung unrichtig, daß die Beuger das Uebergewicht über die Strecker haben. Die „halbgebogene Lage der Knochen in der Ruhe hängt nicht von der Spannkraft, sondern von der natürlichen Länge der Streck- und Beugemuskeln ab, welche sie in der Ruhe haben, und die sich so verhält,

daß die Gelenke eine halbgebogene, von der Lage der größten Streckung und Beugung ungefähr gleich entfernte Lage dabei haben müssen".

Ludloff gibt an, daß bei einem Winkel von ungefähr 40° alle Bänder und Kapselteile im Gleichgewicht sich befinden. Das Knie krümmt sich zu dieser Mittelstellung nach rein mechanischen Gründen ohne Mitwirkung des Willens. Die Aktion der Beuger wird von Ludloff indes auch nicht als reflektorisch betrachtet. Reflektorisch sucht der Patient vielmehr, wie Ludloff angibt, jede Muskelaktion zu vermeiden. Letzteres müssen wir anerkennen, ohne daß wir gezwungen sind, den reflektorischen Charakter der Flexion zu bestreiten. Diese reflektorische Flexion tritt ja nur dann ein, wenn überhaupt ein Bewegungsimpuls vorhanden ist. Der Bewegungsimpuls wird nur durch den Schmerz erweckt und verschwindet sofort, wenn das Gelenk schmerzlos im immobilisierenden Verband ruht. Von den Bewegungen sind nun hauptsächlich die Streckbewegungen schmerzhaft und den Patienten kostet es große Ueberwindung, die Streckstellung zu erhalten, weil bei der Streckbewegung das Gelenk zwischen den Bändern der Beugeseite und den Muskeln resp. Sehnen der Streckseiten komprimiert wird. Eine derartige schmerzhafte Kompression fällt bei mäßiger Beugestellung weg. Weil also die Streckung vermieden werden soll, bleiben die Beuger reflektorisch so lange gespannt, als dem Gelenk nicht absolute Ruhe gewährleistet ist. Bei absoluter Ruhe geht der Spasmus auch bei Streckstellung des Gelenkes zurück. Außerdem ist auch die reflektorische Entstehung der Kontrakturen eine mechanische zu nennen.

Sehen wir von den Kontrakturen ab, so ist die Frage nach der reflektorischen Atrophie der Streckmuskulatur noch keineswegs aufgeklärt. Vielfach wird heute noch von einfacher Inaktivitätsatrophie gesprochen, wenn im Anschluß an eine Verletzung, oft schon in den ersten Tagen nach derselben, oder im Anschluß an eine Entzündung die Muskulatur an Umfang verliert. Gegenüber der von Alters her bekannten Lehre von der Inaktivitätsatrophie, nach welcher der Muskelschwund als eine Folge einfacher Untätigkeit des Muskels dargestellt wurde, haben zuerst Lefort und sein Schüler Valtat die Ansicht vertreten, daß die Atrophie des Quadriceps nach Verletzungen des Kniegelenkes auf reflektorischem Wege zu stande komme. Näher wurde die Reflextheorie alsdann begründet von Paget und Vulpian, welche die Lehre aufstellten, daß die Muskelatrophien nach Verletzungen und Erkrankungen der Gelenke hervorgerufen werden durch Vermittelung der Rückenmarkszentren der befallenen Muskeln. Der im Gelenk von den sensiblen Fasern aufgenommene Reiz pflanzt sich zentripetal fort auf die graue Substanz des Rückenmarkes und die Nervenzellen der Vorderhörner. Nach Charcot, der sich dieser Lehre anschloß, findet im spinalen Zentralorgan eine Hemmung derjenigen Zentren statt, von welchen die motorischen und trophischen Nerven für die Muskeln ausgehen. So kommt gleichzeitig Parese und Atrophie zu stande. Wichtig scheint mir aber auch der Hinweis Charcots darauf zu sein, daß bei diesem reflektorischen Vorgang neben der Hemmung oder Erschöpfung gewisser Nervenzellen an anderen Nervenzellen aber auch eine Erregung zu stande kommen könne. Klinisch können wir demnach an einer Extremität entweder Parese („Insuffizienz" nach Lücke) und Atrophie oder gleichzeitig Parese und Atrophie auf der einen, Spasmus auf der anderen Seite beobachten.

Für die Reflextheorie von Bedeutung waren die experimentellen Untersuchungen von Duplay und Cazin, welche die von Sabourin aufgestellte Theorie der Neuritis ascendens widerlegten und nachwiesen, daß nur in den Gelenkverzweigungen der Nerven, nicht aber in den Nervenwurzeln und im Rückenmark entzündliche Veränderungen anzutreffen sind. Wichtiger aber waren noch die Untersuchungen von Raymond und Deroche, welche vor Erzeugung einer Kniegelenkentzündung auf der betreffenden Seite die hinteren Rückenmarkswurzeln der drei letzten Aeste des Plexus lumbalis und die des ersten Kreuzbeinplexus durchschnitten und durch Kontrolluntersuchungen bewiesen, daß die Atrophie der Streckmuskulatur ausblieb. Sie stellte sich nur da ein, wo der Reflexbogen erhalten war. Die Untersuchungen von Raymond und Deroche konnten von Hoffa bestätigt werden.

Heidenhain brachte einige prägnante klinische Beobachtungen. Caspari hat aber andererseits auch an vielen Fällen beobachtet, daß die Streckmuskulatur nicht stärker von der Atrophie betroffen war als die übrige Muskulatur der Extremität. In seinen Fällen waren an den unteren Extremitäten vielmehr alle Muskeln in gleichem Maße atrophisch. Caspari hebt hervor, daß in der Literatur bisher immer nur vom Quadriceps die Rede ist. Vielleicht hat die Beugestellung im Kniegelenk dazu beigetragen, daß dem Quadriceps mehr Aufmerksamkeit geschenkt wurde. Die Beugestellung ist aber ebenfalls nur das Resultat der Erschlaffung der gesamten Muskulatur. Caspari spricht von einem Muskelkollaps, da die Erscheinungen der Erschlaffung nicht nur an der Muskelsubstanz, sondern auch an der Fascie, die den Muskel stützen soll, auftreten. Zu den Zuständen der Atonie gesellt sich dann die der Atrophie. Nun glaubt auch Caspari an eine zentrale Störung, mag dieselbe funktioneller oder organischer Natur sein, mag sie im Rückenmarke oder in den Pyramiden oder gar in der Rinde ihren Sitz haben. Eine Entscheidung hierüber will Caspari der Zukunft überlassen. Die Fälle von nachweisbarer Degeneration der zentralen Teile, wie ein von Thiem beschriebener Fall von Poliomyelitis anterior nach peripherer Verletzung, werden durch diese Fragen zunächst nicht berührt.

Die Lehre von der Inaktivitätsatrophie schien ganz zurückgedrängt zu werden, bis ihr von pathologisch-anatomischer Seite wieder mehr Aufmerksamkeit zugewandt wurde, nämlich von Hanau und Sulzer. Sulzer fand, daß der Grad der Muskelatrophie bei Ankylose und Gelenkentzündung genau dem Maß der noch gebliebenen Beweglichkeit entspricht. De Quervain schließt daran die Bemerkung, daß es theoretisch wohl denkbar wäre, daß der von Vulpian, Paget, Charcot u. a. vermutete trophoneurotische Reflex nur in denjenigen Muskeln zu stande käme, welche infolge der Gelenkerkrankung völlig untätig geworden sind. Die Atrophie wäre in diesem Falle sowohl Reflex- als Inaktivitätsatrophie.

Eine andere Erklärungsweise für die primäre Kontrakturstellung hatte Bonnet geschaffen.

Durch Injektionen in Gelenke, die von Weichteilen befreit sind, konnte Bonnet nachweisen, daß die Kapazität der Gelenke in der Mittelstellung am größten ist, und daß deshalb bei zunehmender Füllung eine Kontrakturstellung notwendigerweise eintreten muß. Die Experimente wurden von Bonnet mit Rücksicht auf die Stellung entzündeter Gelenke angestellt. Später wurden sie, besonders am Hüftgelenk, vielfach wiederholt und bestätigt. Langer machte aber in

Anerkennung des von A. Fick aufgestellten obersten Grundsatzes in der Geometrie der Gelenkbewegungen, daß der Binnenraum der Gelenkkapsel an Größe unveränderlich ist, schon darauf aufmerksam, daß die Kapazität in der Beugestellung tatsächlich nicht größer ist als in anderen Stellungen, daß aber das Gelenk mehr Flüssigkeit aufnehmen kann, weil in jener Stellung die Summe der Spannung aller Bänder die kleinste ist. Daher nehmen nach Langer kranke Gelenke meistens die Mittellage an, die in der Regel eine Beugestellung ist. Für das Hüftgelenk haben alsdann Dittel und Pitha auf die Bedeutung des Ligamentum Bertini, das sich einer Ausdehnung der vorderen inneren Kapselwand widersetzt, aufmerksam gemacht.

Ferner ist König der alten Bonnetschen Lehre, nach welcher also anzunehmen ist, daß die Beugungskontraktur bei Gelenkerkrankungen mit Erguß gleichsam eine der Extremität durch die Kapselfüllung aufgezwungene ist, daß sie demnach nur infolge der Füllung der Gelenke mit Erguß entsteht, entgegengetreten. König meint, daß Bonnets Annahme schon darum hinfällig ist, weil auch an schlaffer Leiche Beugestellung nicht eintritt, wenn sämtliche Weichteile an der Extremität bei der Injektion belassen wurden. Die Bonnetsche Stellung ist auch nach König keine Zwangsstellung. Daß die mechanische Füllung der Gelenkkapsel allein nicht schuld an der Kontrakturstellung ist, geht auch schon daraus hervor, daß in chronischen Fällen ziemlich erhebliche Exsudationen im Gelenk ohne Ausbildung einer Kontraktur auftreten können und nicht nur intraartikuläre, sondern auch periartikuläre Entzündungsprozesse Veranlassung zu Kontrakturen geben.

Zusammenfassend können wir somit sagen, daß die reflektorischen Vorgänge bei schmerzhaften Gelenken darin bestehen, daß die Bewegungsimpulse von den Streckern des Gelenkes abgelenkt und zu den Beugern hingelenkt werden. Ferner kann, wenn das Gelenk nicht absolut ruhig gestellt ist, die primäre, reflektorische Beugestellung als die relativ zweckmäßigste angesehen werden, weil 1) die Beugestellung für die Aufnahme von Exsudaten geeigneter ist, 2) die Weichteile in dieser Stellung um das Gelenk die größte Erschlaffung zeigen, 3) das Maß der aufzuwendenden Muskelarbeit das relativ geringste ist, 4) weil die Beugestellung einen größeren Schutz für das Gelenk gewährleistet. Aus diesen Gründen ist die Beugestellung auch diejenige Stellung, die dem Kranken am angenehmsten ist. Bei absoluter Ruhe wird die reflektorische Kontraktion überflüssig.

Wir haben nun schon angedeutet, daß neben den reflektorischen Vorgängen zweifellos auch noch andere mechanische Momente beim Zustandekommen typischer Kontrakturstellungen eine entscheidende Rolle spielen. Wir sprechen deshalb von einer reflektorisch-mechanischen Entstehung der arthrogenen Kontrakturen entzündlichen Ursprungs.

Zu den weiteren mechanischen Momenten rechnen wir alle Hindernisse, welche sich im Verlauf der Kontrakturen der Gelenkbewegung in den Weg stellen. Durch diese mechanischen Momente werden die reflektorischen Kontrakturen bald zu fixierten passiven Kontrakturen.

Zu den erwähnten Hindernissen gehört vor allem die Wirkung der Schwere, welcher die geschwächte Muskulatur bald nicht mehr

standhalten kann. Am auffälligsten zeigt sich diese Wirkung bei der Entstehung der Spitzfußstellung und bei der Entstehung der Kontrakturen der Hand. Auch am Kniegelenk kann die Wirkung der Schwere des Unterschenkels die reflektorische Beugestellung verstärken, wenn der Oberschenkel, nicht aber auch der Unterschenkel hochgelagert wird. Infolge der Schwere kann der Unterschenkel bei Bettlage außerdem die erwähnte Rotationsstellung nach außen annehmen, vorausgesetzt, daß das Gelenk entzündlich gelockert und erweicht ist. Es wird auch behauptet, daß die Schwere bei der Subluxation der Tibia nach hinten eine Rolle spielt. An anderen Gelenken kann jedenfalls die Wirkung der Schwere das Eintreten einer Subluxation begünstigen, wie am Hüft- und am Handgelenk. Ferner rührt die Abduktionsstellung im Schultergelenk mit gleichzeitiger Rotation des Oberarmes nach innen in der Regel daher, daß die kranke Schulter tiefer getragen wird und der gebeugte Vorderarm meist dem Rumpf anliegt. Das ist zugleich diejenige Stellung, in welcher nach E. Albert und Max Schüller das Schultergelenk die geringste Spannung aufweist. Der Gelenkkopf verschiebt sich gleichzeitig etwas nach einwärts gegen den Proc. coracoideus („entzündliche Subluxation"). Nach der Ausheilung des Prozesses wird der Arm wieder adduziert, das Schulterblatt zeigt eine Verschiebung seines unteren Winkels nach oben und innen gegen die Wirbelsäule hin, dasselbe steht nach hinten ab und folgt bei allen Bewegungen des Oberarmes mit, während das Schultergelenk unbewegt bleibt. Im übrigen ist diese Stellung für die spätere Funktion des Gelenkes nicht die ungünstigste, wie Max Schüller nachgewiesen hat, der daraus die Folgerung für die Therapie schließt, daß in allen Fällen, in welchen Ruhigstellung, Feststellung oder Immobilisierung des Schultergelenkes für längere Zeit erforderlich ist, diese weitaus am zweckmäßigsten in Abduktionsstellung des Oberarmes mit mäßiger Innenrotation erfolgt. Diese Stellung liegt in der idealen Mittelachse des Kegels der normalen Bewegungsexkursionen des Oberarmes im Gelenke oder doch nahe derselben.

Auch die Art und Weise, wie der Patient ein krankes Gelenk stellt und lagert, geht zum Teile darauf hinaus, die Wirkung der Schwere unschädlich zu machen und somit Erleichterung zu verschaffen. Dadurch kann aber wiederum die Kontraktur nicht nur verstärkt, sondern auch durch Mitwirkung des Druckes und der Belastung in der Weise modifiziert werden, daß, wie wir noch erfahren werden, Rotation, Abduktion oder Adduktion hinzutritt.

Zu erwähnen ist hier auch die Modifikation der Gelenkstellungen durch Verbände, z. B. des Ellenbogengelenkes durch die Mitella oder des Kniegelenkes (s. unten). Bei der Kontraktur des Ellenbogengelenkes bewirkt die Schwere auch die Pronationsstellung des Vorderarmes.

Zu den erwähnten Hindernissen gehören ferner die Effekte der narbigen Schrumpfung auf der Beugeseite. Dieselben behindern nicht nur die Streckung, sondern rufen auch sekundäre Stellungsanomalien hervor.

Ist z. B. die Tibia durch Beugung auf dem hinteren Abschnitt der Femurkondylen angelangt und wird dieselbe dort festgehalten, entweder durch Zug der Beugemuskeln oder durch Narbezug in der Kniekehle, so kann es dadurch zur Subluxation der Tibia nach rückwärts kommen, daß sich bei Streckbewegungen, wie sie z. B. ausgelöst werden durch Anstemmen der Ferse gegen die Unterlage, d. h.

durch Hebelwirkung am freien Ende des Gliedes, am vorderen Rand der Tibia ein Hypomochlion bildet, um welches das obere Ende der Tibia allmählich mehr nach rückwärts gedrängt wird. Die Bewegung der Tibia ist dann nicht mehr eine radiale, d. h. sie erfolgt nicht mehr um eine Achse, die quer durch die Kondylen verläuft, sondern um Punkte der Oberfläche der Kondylen. Wird Gewalt angewendet zur Beseitigung der Deformität, so kann die Subluxationsstellung nach Dehnung oder Zerreißung der hinteren Kapselwand verstärkt werden, in welchem Falle nach Streckung des Gliedes die Tibia nicht mehr vollkommen auf der Femurgelenkfläche, sondern zum Teil in der Kniekehle steht. Es kann aber auch, wie König in sehr anschaulicher Weise schildert, bei diesen Korrektionsversuchen am Ansatz der verkürzten Kapselteile und der parakapsulären Weichteile der Kniekehle eine Einknickung des Femur oder der Tibia stattfinden.

Eine Subluxation der Tibia kann nach König auch dadurch entstehen, daß die im Kniegelenk leicht gebeugte Extremität auf eine gerade Schiene gelagert und durch Verbände befestigt wird. Die Tibia wird dadurch nach unten gedrückt und es entsteht, ähnlich wie bei der Streckung, eine Hebelwirkung.

Begünstigend für die Bildung eines Hypomochlions, resp. behindernd für die radiale Bewegung der Tibia nach vorn ist jedenfalls auch der Umstand, daß die Kondylen in sagittaler Richtung keine reine Kreisfläche darstellen.

Die Verschiebung der Tibia kann, wie man annimmt, auch erfolgen unter dem Einfluß des Ergusses.

Wir haben oben die durch Gelenkergüsse erzeugten Luxationen als Distensionsluxationen bezeichnet. Eine komplette Luxation am Kniegelenk ist aber nach König außerordentlich selten.

Ein nicht minderer Einfluß auf das Zustandekommen einer Kontraktur resp. auf die Erhaltung der Subluxationsstellung ist bei tuberkulösen Kniegelenkentzündungen der Destruktion der Gelenkenden beizumessen, auch abgesehen von der Bildung eines Hypomochlions durch narbige Retraktion in der Kniekehle und von den oben erwähnten Einknickungen infolge der pathologischen Weichheit der Knochen. Nur im Beginn können wir deshalb von einer Distensionsluxation reden. Später haben wir nach der Beschaffenheit des Gelenkes eine Destruktionsluxation vor uns. Am bekanntesten ist die Destruktionsluxation des Hüftgelenkes. Durch die Zerstörungsvorgänge an den Pfannenrändern und am Schenkelkopf kommt es einerseits zur Ausweitung, „Wanderung“ der Pfanne, andererseits zu Schwund des Schenkelkopfes (Fig. 30), somit allmählich zur Spontanluxation und in der Regel auch zur Ankylose.

Wir haben schon zur Genüge auf die nachteiligen Folgen der verheerenden destruierenden Entzündung auf die Gelenkstellung überhaupt hingewiesen und auch erwähnt, daß Deformitäten resultieren können, die wir nicht mehr mit dem Namen der Kontraktur belegen können. Zur Kontraktur gehört mindestens eine Beugestellung. In übertragener Weise sprechen wir allerdings auch von Streckkontrakturen, z. B. der Zehen, der Finger, der Hand, ferner von Adduktions-, Abduktions- und Rotationskontrakturen, z. B. der Hüfte. In diesen Fällen findet sich der Defekt der Bewegung noch in der Richtung einer physiologisch möglichen Bewegung. Am Kniegelenk erschöpft dagegen nach den Ausführungen Königs

der gewöhnliche Begriff, welchen wir dem Worte Kontraktur beilegen, nicht alles das, was wir sehen. Hier pflegen wir auch die fehlerhaften Bewegungen nach der Richtung, nach welcher eine physiologische Bewegung nicht möglich ist, als Kontrakturstellung zu bezeichnen und wir sprechen in diesem Sinne bei Kombination mit Genu valgum oder mit Genu varum ebenfalls von Abduktions- oder von Adduktionskontrakturen. Das Hauptgewicht legen wir indes auch hier auf die Beugestellung. Letztere wird von der Destruktion selbst in der Regel nicht vorgeschrieben, die Destruktion kann aber die Gelenkkonfiguration derart verändern, daß später nach der Ausheilung des entzündlichen Prozesses das Gelenk entweder stark difform erscheint (Fig. 46) oder die Streckung aus mechanischen Gründen eingeschränkt ist.



Fig. 46.

Die bei der Abduktionskontraktur des tuberkulösen Kniegelenkes regelmäßig zu findende starke Vortreibung des medialen Kondylus erinnert an die Verdickung dieses Kondylus beim rachitischen Genu valgum. Ja man kann auf Grund obiger Auseinandersetzungen behaupten, daß an und für sich jedes Genu valgum mit einer Verdickung der medialen Kondylen des Kniegelenkes verbunden ist. Bei der Tuberkulose kommt noch die entzündliche Aufblähung der spongiösen Knochenpartien hinzu, welche auch nach Abheilung des entzündlichen Prozesses längere Zeit in charakteristischer Weise erhalten bleiben kann. Nach König ist dagegen die Vergrößerung des medialen Kondylus darauf zurückzuführen, daß er mehr wächst. Wiederholt hat er beobachtet, daß, wenn ein vollkommenes Redressement mit Verschwinden der Beugung und der Valgusstellung gelang, wobei auch die Geschwulst an der Innenseite verschwand, das Bein verlängert war.

Vermehrtes Wachstum nehmen auch Mikulicz und Ludloff an. Bei Kindern spielt nach Ludloff das normale und pathologische Wachstum besonders an der Knochenknorpelgrenze der Kondylen eine hervorragende Rolle sowohl zur Vergrößerung des Flexionswinkels als zur Verschiebung der Gelenkenden. Bei Erwachsenen überwiegt die Knochenzerstörung, die Kontrakturen sind deshalb weniger hochgradig, und es kommt nicht zur Subluxation.

Es läßt sich denken, daß auch der direkte Druck, den die in Beugestellung versetzten Gelenkenden aufeinander ausüben, oder die Kantenpressung einen Einfluß auf die Form des Gelenkes ausübt. So kann eine Abduktionskontraktur im Bett entstehen dadurch, daß das Kniegelenk permanent auf die Innenseite gelagert wird.

Wichtiger scheint aber der oben schon berührte statische Druck zu sein, den die Belastung mit dem Körpergewicht erzeugt.

Statischer Druck muß auch für die kombinatorische Valgusstellung angenommen werden, besonders wenn der Oberschenkel im Hüftgelenk abduziert gehalten wird. Für die reinen Kontrakturformen kommt er in der Regel erst in späteren Stadien zur Wirkung, und zwar dann, wenn nach dem Auftreten der Gelenkapparat und die Knochen noch pathologisch nachgiebig sind. Hierher zu rechnen sind auch die Spätkontrakturen nach Gelenkresektionen, die neuerdings Hofmeister näher beschrieben hat. Selbstverständlich kann auch nachträglich noch eine Kombination mit Genu valgum eintreten.

Belastung in der Längsrichtung der Knochen kann bei erkrankten Gelenken ebenfalls zu Subluxation führen, z. B. des Capitulum radii im Ellenbogengelenk nach hinten oder außen. An den Fingern kommen Subluxationen auch durch Muskelzug zu stande. Daß bei der Subluxation der Tibia im Kniegelenk dem Zug der Beugemuskulatur ein Einfluß zuzuschreiben ist, haben wir schon erwähnt.

Der Grad der Kontrakturstellung wird meist von den erwähnten mechanischen Einflüssen bestimmt und ist niemals ein Beweis für den Grad der entzündlichen Veränderungen.

Zu bemerken haben wir noch die schon von Langer hervorgehobene Tatsache, daß die Mittellage eines Gelenkes von der eines zweiten und dritten abhängt, so wie z. B. das Schulter- und Handgelenk ihre Mittellage einnehmen müssen, wenn das Ellenbogengelenk dieselbe einhalten soll. Ferner sei bemerkt, daß bei vorhandener fungöser Kniegelenkentzündung und selbst bei horizontaler Rückenlage das kranke Bein durch Beckensenkung verlängert erscheint. König gibt in Bezug hierauf an, daß das Symptom schon manchen in die Irre geführt und den Glauben an eine gleichzeitige Coxitis hat auftauchen lassen. Bekannt sind ja auch die Beschwerden im Kniegelenk bei vorhandener Coxitis, daher rührend, daß die pathologische Stellung im Hüftgelenk auch dem Kniegelenk eine Stellung aufzwingt, die nicht zweckmäßig ist. Verwechslungen kommen hier ebenfalls vor. Ohne auf die Diagnostik näher eingehen zu können, wollen wir hier nur darauf hinweisen, daß sich bei der Coxitis beim Heben und Senken des Oberschenkels das Becken mitbewegt, daß bei der Abduktionskontraktur im Hüftgelenk eine Senkung des Beckens und scheinbare Verlängerung des Beines auf der kranken Seite, bei der Adduktionskontraktur dagegen eine Hebung des Beckens und scheinbare Verkürzung auf der kranken Seite entsteht. Aehnliche Kontrakturstellungen können aber auch durch Abscesse im Becken oder in der Inguinalgegend hervorgerufen werden, die nicht auf Hüftgelenkentzündung zurückzuführen sind. Man soll deshalb die Funktionen des Gelenkes genau prüfen.

Deformierende Prozesse, wie Arthritis deformans und die neuropathischen Gelenkentzündungen, bewirken analoge Vorgänge hinsichtlich der Stellungsanomalien der Gelenke. Die reflektorische Muskelspannung ist um so weniger stark ausgebildet, je langsamer und schmerzloser der Prozeß verläuft. Deshalb sind die Krankheitsbilder sehr verschieden. Es kommt auch wesentlich darauf an, wie weit die Erweichung des Knochens vorgeschritten ist. Im allgemeinen kommen so hochgradige Kontrakturen wie bei der Tuberkulose nicht vor. Bei der Deformation des Gelenkes spielen auch Schrumpfungsprozesse der Fascien und Bänder keine erhebliche Rolle.

Auch bei den übrigen Gelenkaffektionen, die schmerzhaft verlaufen, bei der Neuralgie eines Gelenkes ohne entzündliche

oder traumatische Exsudation, sowie bei schmerzhaften Zuständen in der Umgebung der Gelenke, z. B. Schleimbeutelentzündungen, bilden reflektorische Muskelkontraktionen den Beginn eventuell auftretender Kontrakturen.

Reflektorische Kontrakturen können endlich auch bei schmerzhafter Ueberlastung von Gelenken, z. B. bei der Tarsalgie und Talalgie, beim Hallux valgus und bei traumatisch veränderten Gelenkstellungen, entstehen.

Myogene Kontrakturen werden beobachtet nach Verletzungen oder nach Entzündung einzelner Muskeln oder Muskelgruppen. Die nicht mit Lähmung zusammenhängenden und rein aktiven Kontrakturen beruhen weniger auf der schmerzhaften entzündlichen Spannung der erkrankten Muskulatur selbst als vielmehr auf der prophylaktischen Zusammenziehung der Muskulatur der Umgebung. Der kranke Muskel will ebenfalls Ruhe haben und vor Zerrung bewahrt bleiben. Die aktiven myogenen Kontrakturen entstehen deshalb ebenfalls reflektorisch. Derartige Kontrakturen stellen sich, wie wir oben S. 113 erwähnt haben, ein beim Rheumatismus der Muskeln und Fascien, z. B. an der Schulter, im Gesicht, am Hals, am Rücken. Es können ferner schmerzhafte Kontrakturen an der Hüfte vorkommen infolge primärer oder sekundärer Entzündung des Musculus psoas major (Psoitis und Peripsoitis). Es sind sogar primäre Eiterungen des Musc. psoas infolge fascikulärer Zerreißung des Muskels beschrieben worden. Häufiger ist der sekundär entstehende Psoasabsceß bei der Spondylitis. Dadurch nämlich, daß hier der Senkungsabsceß zum Teil in der Scheide des Muskels und unter der Fascia iliaca verläuft, wird auch Muskelsubstanz durch Eiterung zerstört. Bei den eiterigen Prozessen am Darmbein weist in der Regel auch der Musculus iliacus sekundäre Eiterung auf (Iliacusabsceß). Die Kontrakturen, die auf diese Weise entstehen, können, wie erwähnt, zu Verwechslungen mit Entzündung des Hüftgelenkes führen.

Die passiven myogenen Kontrakturen sind dagegen nur auf Schrumpfung der betroffenen Muskeln zurückzuführen. Man könnte die passiven myogenen Kontrakturen ebenfalls einteilen in primäre und in sekundäre. Die primären Kontrakturen resultieren aus einer Erkrankung der Muskeln selbst. Als Beispiele können angeführt werden die ischämischen Kontrakturen und manche Fälle des muskulären Schiefhalses. Am häufigsten kommt hier die Entzündung in Betracht (Myositis). Dieselbe betrifft aber nach obigen Auseinandersetzungen seltener das Muskelparenchym (akute und chronische infektiöse Myositis, Muskelabsceß, S. 121—123) als das interstitielle Bindegewebe und die Muskelfascien. Meist sind es fortgeleitete Prozesse, wie bei der Phlegmone, welche alsdann zu sekundären Nutritionsstörungen an den kontraktilen und bindegewebigen Elementen der Muskeln und zur narbigen Schrumpfung führen. Ausgedehnte Phlegmonen kommen besonders häufig an den oberen Extremitäten vor und gefährden in hohem Grade die Funktionen der Finger und der Hand.

Die infolge länger dauernder Annäherung der Insertionspunkte eintretende sekundäre Verkürzung der Muskeln wird als nutritive Verkürzung bezeichnet (S. 107). Die nutritive Verkürzung ist aber nur dann als sekundäre myogene Kontraktur aufzufassen, wenn das Hindernis der Streckung ausschließlich in dieser Verkürzung, nicht auch in der Formveränderung der Gelenke etc., zu suchen ist.

Zu den myogenen Kontrakturen werden wir auch zu rechnen haben diejenigen reflektorischen Kontrakturen, welche durch entzündliche Prozesse in der Nähe der Muskeln oder durch Abscedierungen entstehen. Kontrakturen infolge tiefliegender Abscesse kommen am häufigsten am Hals vor, wobei der Kopf nach der erkrankten Seite heruntergezogen wird (entzündliche Torticollis), oder im Hüftgelenk, in dessen Umgebung Senkungsabscesse in der Regel von der erwähnten Caries der Wirbelsäule oder des Beckengürtels ausgehen. Manchmal ist eine Psoaskontraktur auf derartige Senkungsabscesse bei Spondylitis zurückzuführen. In diesen Fällen ist aber der Musculus iliopsoas intakt und reflektorisch kontrahiert, um die Beugeseite des Gelenkes zu erschlaffen und einen schmerzhaften Druck auf den Absceß bei Streckbewegungen des Gelenkes zu verhüten.

Anlaß zu tendogenen Kontrakturen geben Verwachsungen (S. 107 und 108) oder Nekrose der Sehnen. Dringt Eiter in die Sehnenscheide, so ist der Bestand der Sehne gefährdet. In manchen Fällen verwachsen Sehnenscheide und Sehne miteinander und zuweilen auch mit der Haut. In weniger günstigen Fällen tritt Nekrose der Sehne ein, wie fast regelmäßig bei tiefer gehenden Phlegmonen.

Als eine Unterabteilung der myogenen Kontrakturen betrachten wir ferner die desmogenen Kontrakturen. Sie sind als Narbenkontrakturen zu betrachten und entstehen durch entzündliche, nach Hoffa auch durch nutritive Verkürzung des subkutanen Bindegewebes, hauptsächlich aber der Fascien.

Den Prozeß der Vernarbung des subkutanen und fascialen Bindegewebes bezeichnen wir auch als Induration oder Sklerose des Bindegewebes. Die desmogenen Kontrakturen sind selten isoliert. Es kommt aber vor, daß nach Abheilung einer Coxitis das Haupthindernis der Gelenkstreckung in der Kontraktur der Fascia lata zu suchen ist. Meist ist die Schrumpfung der Fascien kombiniert mit der Schrumpfung ganzer Muskeln oder Muskelgruppen.

Zu den aktiven neurogenen Kontrakturen gehören die reflektorischen Kontrakturen, die bei der Neuralgie (S. 126) auftreten, und die wir auch als neuralgische Kontrakturen bezeichnen können. Im weitesten Sinne sind alle reflektorischen Kontrakturen neurogene Kontrakturen. Da wir aber unsere Einteilung gewählt haben nach dem Sitz der verursachenden Erkrankung, so müssen wir auch die neurogenen Kontrakturen als eigene Gruppe anführen.

Die spastischen Kontrakturen sind zurückzuführen auf direkte Reizung des zentralen Nervensystems und beruhen, wie oben schon erwähnt ist (S. 123), in einem erhöhten Muskeltonus oder in einem erhöhten Spannungszustand der Muskulatur. Aehnlich verhalten sich die hysterischen Kontrakturen (S. 104, 126). Auf den Unterschied, den wir zwischen der reflektorischen und der spastischen Kontraktur finden, haben wir ebenfalls schon hingewiesen.

Da die spastischen Zustände mit motorischer Schwäche einhergehen, so spricht man gegenüber der schlaffen Lähmung auch von spastischer Lähmung.

Ueber die Entstehung der paralytischen Kontrakturen, die wir auch zu den Belastungsdeformitäten zu rechnen berechtigt sind, brauchen wir nichts weiter hinzuzufügen, da wir auf die Theorie von Seeligmüller verweisen können (S. 14, 124).

Die dermatogenen Kontrakturen sind Narbenkontrakturen der Haut und kommen zu stande durch Schrumpfung des neugebildeten Narbengewebes bei der Heilung von Wunden mit oder ohne Substanzverlust (S. 108), von Geschwüren oder Entzündungsprozessen. Sie werden auch cicatricielle Kontrakturen genannt.

Literatur.

Bähr, F., *Zur reflektorischen Atrophie des Quadriceps. Monatsschr. f. Unfallheilkunde, Bd. 2, Jahrg. 1895.*

Bennecke, E., *Chirurgenkongreß, 1904.*

Bonnet, *Traité des maladies des articulations, T. 2.*

Derselbe, Gaz. méd. de Paris, 1841.

Caspari, D., *Ueber den Muskelschwund Unfallverletzter mit besonderer Berücksichtigung der unteren Gliedmaßen. Arch. f. Unfallheilk., Bd. 1, S. 219.*

Charcot, *Neue Vorlesungen über die Krankheiten des Nervensystems. Deutsch von S. Freund, 1886.*

Dittel, *Experimentelle Studien über die Stellung bei Hüftgelenkentzündung. Zeitschr. der k. k. Gesellsch. der Aerzte zu Wien, Bd. 12, S. 665.*

Duplay et **Cazin**, *Arch. général. de Méd., Jan. 1891.*

Fick, A., *Die medizinische Physik.*

Fischer, E., *Ueber die Ursachen der verschiedenen Grade der Atrophie bei den Extensoren der Extremitäten gegenüber den Flexoren. Deutsche Zeitschr. f. Chir., Bd. 8, 1877.*

Gad, *Eulenburgs Realencyklopädie, „Reflexe“.*

Heidenhain, L., *Ueber reflektorische Muskelatrophie nach Gelenkverletzungen. Monatsschr. f. Unfallheilk., 1894, No. 12.*

Hirsch, H., *Die mechanische Bedeutung der Schienbeinform, Berlin 1895.*

Hoffa, *Zur Pathogenese der arthritischen Muskelatrophie. Volkmanns Samml. klin. Vortr., N. F. No. 50.*

Derselbe, Verhandlungen der Deutschen Gesellsch. f. Chir., 1892.

Derselbe, Zur Lehre von der arthritischen Muskelatrophie. Aerztl. Sachverständigenztg., 1898, No. 22.

König, *Die Erklärung der Kontrakturstellung bei Coxitis. Centralbl. f. Chir., 1893, No. 52.*

Derselbe, Die spezielle Tuberkulose der Knochen und Gelenke. I. Das Kniegelenk, Berlin 1896.

Langer, *Ueber die Mittellage der Gelenke. Zeitschr. der k. k. Gesellsch. der Aerzte zu Wien, Bd. 12, Jan. 1856.*

Ludloff, *III. Kongreß der Deutschen Gesellschaft für orthopädische Chirurgie, 1904.*

v. Mikulicz, *III. Kongreß der Deutschen Gesellschaft für orthopädische Chirurgie, 1904.*

v. Pitha, *Die Krankheiten der Extremitäten. v. Pitha-Billroths Handb., IV, I, 2, Erlangen 1868.*

de Quervain, *Centralblatt für Chirurgie 1897, No. 20 (Besprechung der Arbeit von Sulzer).*

Rauber, *Die Feststellung der Röhrenknochen in den Gelenken und die Knochenform. Morph. Jahrb., Bd. 3, Heft 1.*

Derselbe, Ueber den mechanischen Wert einiger Querschnittsformen der Knochen. Sitzungsber. der Naturf. Gesellsch. zu Leipzig, 1875.

Derselbe, Elastizität und Festigkeit der Knochen, Leipzig 1876.

Rehn, *Gerhardts Handbuch, l. c.*

Riedinger, J., *Morphologie und Mechanismus der Skoliose, Wiesbaden, Bergmann, 1901.*

Derselbe, Die Varität im Schultergelenk. Deutsche Zeitschr. f. Chir., Bd. 54.

Schanz, A., *Die statischen Belastungsdeformitäten der Wirbelsäule, Stuttgart 1904.*

Schüller, Max, *Die Abduktionsstellung des Schultergelenkes bei der Behandlung der Operationen, Verletzungen und Erkrankungen im Bereiche dieses Gelenkes. Arch. f. Orthop., Mechanotherap. und Unfallchir., Bd. 2, 1904.*

Schulthess, *Zur Pathologie und Therapie der spastischen Gliederstarre. Zeitschr. f. orthopäd. Chir., Bd. 6, 1898, Heft 1.*

Staffel, *Die menschlichen Haltungstypen, Wiesbaden, Bergmann.*

Sulzer, M., *Anatomische Untersuchungen über Muskelatrophie artikulären Ursprungs. Festschr. für Prof. E. Hagenbach-Burckhardt, Basel und Leipzig, Sallmann, 1897.*

Thiem, *Beitrag zur Entstehung von Rückenmarkserkrankungen nach peripheren Verletzungen. Volkmanns Samml. klin. Vortr., N. F. No. 149.*

Weber, E. und **W.**, *Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge, Göttingen 1836.*

Mechanische Behandlung der Deformitäten.

Von

Dr. **Hermann Krukenberg**, Liegnitz.

I. Massage.

Wesen und Wirkung der Massage.

Die Massage besteht aus einer Reihe auf einen erkrankten Körperteil ausgeübter mechanischer Handgriffe, welche einen Einfluß auf die Funktion des betreffenden Körperteiles bezwecken. Die wichtigsten Manipulationen der Massage, die streichenden und die knetenden, werden in zentripetaler Richtung ausgeführt, d. h. die massierende Hand folgt der Richtung des Lymphstromes und sucht dadurch die Zirkulation in dem erkrankten Gliede zu beschleunigen. Die so ausgeübte Massage bezweckt eine Weiterbeförderung teils fester, teils flüssiger in den Geweben stagnierender Substanzen. Wo aus irgend welchen Gründen die Bewegung der zirkulierenden Flüssigkeit stockt, da sucht die Massage die versagende treibende Kraft durch die von außen angewandten Handgriffe zu ersetzen. Durch die in der Richtung nach dem Herzen zu angewandten Streichungen wird Blut und Lymphe in dem behandelten Organe nach dem Herzen zu weiterbefördert und dadurch neuer Flüssigkeitsstrom aus der Peripherie angesogen. Auf diese Weise kommt eine Beschleunigung des Blut- und Lymphstromes und damit eine Hebung des Stoffwechsels in dem Gliede zu stande. Diese zirkulationsbefördernde Wirkung wird eine um so vollkommenere sein, je kontinuierlicher die Ausdrückung des Teiles erfolgt und je gleichmäßiger der betreffende Teil von der massierenden Hand umfaßt wird. Wie man aus einem Schlauch den flüssigen Inhalt entgegen der Schwere nur dann ansaugen kann, wenn man ihn ohne Unterbrechung kontinuierlich ausdrückt und wenn man ihn vollständig umfaßt, so daß man das Lumen möglichst vollständig zusammendrückt, so wird man auch bei der Massage eine wirksame Weiterbeförderung des stagnierenden Inhaltes nur durch möglichst gleichmäßige kontinuierliche Umfassung der erkrankten Teile herbeiführen. Nur auf

diese Weise wird in dem massierten Teile der Blut- und Lymphstrom beschleunigt.

Die Massage verdient daher überall da angewandt zu werden, wo aus örtlichen Gründen eine Zirkulationsschwäche oder ödematöse Schwellung besteht. Da, wo eine äußerlich sichtbare örtliche Stauung vorhanden ist, tritt die Wirkung der Massage am evidentesten hervor. Man kann sich beim Massieren eines geschwollenen Gliedes ohne weiteres durch das Auge oder durch Messungen von der zirkulationsbefördernden Wirkung der Massage überzeugen. Wo dagegen die ödematöse Schwellung die Folge allgemeiner Herzschwäche ist, ist von der Massage kein oder doch kein nennenswerter Erfolg zu erwarten. Was an einer Stelle weggedrückt wird, wird sich hier an anderen Stellen anhäufen. Ebenso kann die Massage nur von geringem Nutzen sein, wenn die Stauung durch irreparable und für die Hand nicht erreichbare Zirkulationshindernisse (z. B. Tumoren an den großen Gefäßen) bedingt ist. Auch hier kann die Massage nur einen geringen Einfluß, etwa durch Beförderung der Erweiterung des kollateralen Kreislaufes, ausüben. Eine nennenswerte Wirkung der Massage ist bei Oedemen und Stauungen überhaupt nur dann zu erwarten, wenn der Masseur noch im Gesunden arbeiten kann, oder wenn er wenigstens im stande ist, die angestaute Flüssigkeit in gesunde Teile zu entleeren. So ist z. B. eine ödematöse Schwellung am Unterschenkel, etwa im Gefolge einer Fraktur, durch Massage leicht in einer Sitzung zu vermindern; wenn aber z. B. bei einer Beckenfraktur das Oedem das ganze Bein betrifft, so wird man durch Massage keinen nennenswerten Erfolg erzielen können.

Der Lebhaftigkeit der Zirkulation entspricht die Lebhaftigkeit des Stoffwechsels in einem Organ. Daher wird durch die zirkulationsbefördernde Wirkung der Massage der Stoffwechsel in dem ganzen behandelten Gliede angeregt und mit der erhöhten Zufuhr an Nahrungsstoffen auch der Ernährungszustand des behandelten Teiles gehoben.

Die Massage kann aber nicht nur normale stagnierende Körperbestandteile weiterbefördern, sondern sie ist, wie durch experimentelle Versuche festgestellt ist, auch fähig, in den Organen abgelagerte krankhafte Produkte, Residuen von Entzündungen oder Verletzungen (Blutergüsse) zu beseitigen. Diese werden durch einzelne Handgriffe zerdrückt und zur Resorption geeignet gemacht und dann durch andere weiterbefördert (verstoffwechselt). Während aber beim Ausstreichen normaler Gebilde die massierende Hand möglichst gleichmäßig die zu behandelnden Organe (Muskeln etc.) umschließt, so dringt die Hand bei der Beseitigung der krankhaften Ausschwitzungen möglichst in die Spalten zwischen den einzelnen Gebilden ein; sie arbeitet besonders da, wo die Zwischenräume zwischen den einzelnen Organen (Sehnen etc.) verwischt sind. Hier bohrt sich der Finger tastend immer mehr in die Tiefe ein und sucht die normalen Vertiefungen wiederherzustellen, zerreibt und zerdrückt die die freie Beweglichkeit behindernden Partikelchen, wirft die mit der Umgebung verklebten Sehnen seitlich hin und her, sucht die Haut gegen dieselben zu verschieben und unter gleichzeitigen passiven Bewegungen und

Dehnungen immer weiter in die Spalten vorzudringen und immer mehr Bewegungshindernisse zu beseitigen.

Eine weitere wichtige Wirkung der Massage ist die eines *Reizes* auf die betroffenen Gewebe; insonderheit gilt dies von den Muskeln. Die Massage löst, wie jeder stärkere Reiz, welcher die Muskeln trifft, eine aktive Bewegung derselben aus. Man kann sich leicht bei einer richtig ausgeführten Streichung eines Muskels überzeugen, wie sich die Muskelfasern allenthalben unter der massierenden Hand zusammenziehen. Dasselbe gilt von dem auf den Muskel ausgeführten elastischen Schlag. *Die Massage ruft also Muskelzuckungen, wenn auch ohne mechanischen Effekt*, d. h. *ohne Bewegung des zugehörigen Gliedes, hervor.* Diese Wirkung der Massage ist um so wichtiger, als der erkrankte und atrophische Muskel häufig gegen mechanische Reize erhöhte Reizbarkeit zeigt, während er z. B. gegenüber dem Reize des elektrischen Stromes an Empfindlichkeit einbüßt. *Durch diese Auslösung der aktiven Muskelbewegungen wird die Massage wiederum zu einem ganz besonderen Kräftigungsmittel für den Muskel, zu einem der wirksamsten Bekämpfungsmittel der Inaktivitätsatrophie desselben.*

Auf der anderen Seite ist die Massage auch mit Handgriffen verknüpft, welche die gesteigerte Erregbarkeit der Gewebe herabsetzen und einen *beruhigenden* Einfluß auf die Nerven ausüben, seien es nun sensible Nerven (schmerzstillende Wirkung) oder motorische Nerven (krampfstillende Wirkung). Besonders die dehnenden Handgriffe und die Erschütterung (Vibration) sind es, welche eine reizlindernde Wirkung ausüben und dadurch zu einem unentbehrlichen Bestandteile der Massage geworden sind.

Indikationen der Massage in der Orthopädie.

Ueberall da, wo die orthopädische Behandlung verkrümmte Gliedmaßen durch Geraderichtung wieder in ihrer normalen Form herstellt, so daß der Mechanismus der Muskelfunktion wieder in Tätigkeit treten kann, ist die Massage geeignet, die infolge der ungünstigen mechanischen Verhältnisse funktionsuntüchtig gebliebenen oder gewordenen Muskeln in ihrer Ernährung zu kräftigen, so daß sie den neuerdings an sie herantretenden Aufgaben allmählich immer mehr gewachsen werden. Besonders aber in jenem Stadium der orthopädischen Behandlung, wo der durch operative Eingriffe oder durch redressierende Manipulationen gewonnene Erfolg durch fixierende, die freie aktive Beweglichkeit des Gliedes ausschließende Verbände und Schienungen festgehalten werden muß, ist der Massage die Aufgabe zugewiesen, die aktive Beweglichkeit zu ersetzen und die Nachteile, welche die Kontentivverbände mit sich bringen, auszugleichen. Bei der Behandlung von Lähmungen bildet die Massage eines der wichtigsten und wesentlichsten Bestandteile der Therapie. Weiter verdient dieselbe bei allen orthopädischen Leiden angewandt zu werden, wo infolge von Zirkulationsschwäche eine ödematöse Schwellung des Gliedes besteht. Ferner wird sie zur Beseitigung der durch forcierte Maßnahmen gesetzten schmerzhaften Schwellungen und Exsudate angewandt; besonders ist ihre Vornahme bei schmerzhaften Schwellungen in den Gelenken oder in deren Umgebung ein sehr wirksames therapeutisches

Mittel. Auch zur Verhinderung des Zustandekommens von festen, die Funktion behindernden Schwielen, Adhäsionen und derben Narben kann die Massage schon frühzeitig mit gutem Erfolge angewendet werden. Endlich ist die Massage auch bei vielen in das Gebiet der Orthopädie fallenden schmerzhaften und spastischen Zuständen indiziert; beim entzündlichen Plattfuß, bei der neuromuskulären Skoliose und den verschiedensten spastischen Kontrakturen bildet die Massage einen der wichtigsten Heilfaktoren.

Technik der Massage.

Die Körperteile, deren Massage in der Orthopädie in Betracht kommt, sind besonders die Muskeln und Sehnen und die Gelenke[1]). Eine sachgemäße Massage dieser Organe ist nur auf Grund der anatomischen Verhältnisse der zu massierenden Teile möglich. Die massierende Hand muß sich deren Konturen genau anschließen, der Masseur muß den Ursprung und Ansatz des massierten Muskels kennen, er muß wissen, in welcher Lage er den zu behandelnden Muskel am besten erschlafft, er muß aber auch da, wo die normalen Konturen der Sehnen und Gelenke durch entzündliche Infiltrate verdeckt sind, deren anatomische Lage kennen. Nur dann wird die palpierende Hand im stande sein, beim Massieren da in die Tiefe zu dringen, wo es notwendig ist, nur dann wird sie das feine Gefühl der Unterscheidung zwischen pathologischen Produkten und normalen Gebilden erlangen. Nur der Arzt ist daher im stande, beim Massieren die feinen Unterschiede in der Konsistenz der behandelten Gewebe herauszufinden, er wird infolge der sachgemäßen Ausführung der einzelnen Handgriffe unnütze Schmerzen zu vermeiden wissen, während die anatomisch nicht orientierte Laienhand immer weniger schonend vorgehen und über die Punkte, wo die Behandlung hauptsächlich anzugreifen hat, häufig im unklaren sein wird. Es ist daher auch selbstverständlich, daß die Massage auf der unbedeckten Haut ausgeübt werden soll, so daß die Hand des Masseurs in keiner Weise behindert wird. Zur Erleichterung des Hinweggleitens über die Haut ist die Anwendung eines möglichst sauberen und möglichst wenig klebrigen Einfettungsmittels notwendig. Wir empfehlen hierfür das flüssige Paraffin, das sich uns besser als alle anderen Einfettungsmittel (Vaselin, Oel, Brillantine, Cold-Cream u. dgl.) bewährt hat, und von welchem nur wenige Tropfen zur Einfettung eines ganzen Gliedes genügen.

Sauberkeit der Hand des Masseurs und der Haut des zu Massierenden ist ein weiteres Erfordernis. Es ist höchst unangenehm, auf einer trockenen, abschilfernden Haut zu massieren, auf der man massig Hautschuppen loslöst, die sich mit dem Einfettungsmittel zu einer schmierigen Emulsion vereinigen. Ein vorher gegebenes Seifenbad schafft hier leicht Abhilfe. Die Haut des Patienten zu rasieren, ist nur in seltenen Fällen bei starker Behaarung notwendig. Die beim Massieren entstehenden, von den Haarbälgen ausgehenden Petechien oder Furunkel sind meist die Folge einer ungeschickten Hand des Masseurs.

---

1) Die Technik der Massage des Leibes, des Uterus, des Ohres, des Gesichtes u. dgl. kann, weil nicht in das Gebiet der Orthopädie schlagend, hier außer acht gelassen werden.

Da die massierende Hand in die Muskeln und durch dieselben nur dann in die Tiefe eindringt, wenn die Muskeln vollständig entspannt sind, so ist es notwendig, daß beim Massieren nicht nur der Masseur, sondern auch der Patient eine bequeme Lage einnimmt, so daß letzterer seine Muskeln entspannt und dem Masseur kein Hindernis bietet. Gute, sichere Unterstützung des zu massierenden Gliedes und eine schmerzlose Mittelstellung des zu behandelnden Gelenkes ist daher bei jeder Massagesitzung Voraussetzung.

Wir unterscheiden mit Metzger, Mosengeil, Hoffa u. A. als die wesentlichsten Handgriffe der Massage die folgenden:

das Streichen (Effleurage),
das Kneten (Pétrissage),
das Reiben (Friktion),
das Klopfen (Tapotement),
die Erschütterung (Vibration).

Ich gebe im folgenden eine Beschreibung der Technik dieser Handgriffe, wie ich sie seinerzeit bei v. Mosengeil erlernt habe und wie sie sich mir in der Praxis bewährt haben. Es gibt außer diesen eine ganze Reihe anderer Handgriffe, welche von Masseuren ausgeübt und gelehrt werden und deren Wirksamkeit wir nicht bestreiten wollen. Immerhin müssen wir hervorheben, daß die Metzgersche Methode der Massage diejenige ist, welche am strengsten den anatomischen Verhältnissen Rechnung trägt und welche deshalb für den Laien am wenigsten geeignet ist, in der Hand des sachkundigen Arztes aber die besten Erfolge zeitigen wird. Ob beim Klopfen die Finger so oder so gehalten werden, wird im Grunde ebenso gleichgültig sein, wie die Haltung der Hand beim Erschüttern; ob gehackt, geklatscht oder geklopft wird, ist mehr oder weniger Geschmackssache des Masseurs. Er kann mit diesen Handgriffen ebenso gute Erfolge erzielen wie mit jenen, wenn er nur bei Ausübung der Massage weiß, was er massiert und weshalb er massiert, d. h. aus welchen Gründen das vorliegende Leiden die Massage erheischt. Ob man beim Massieren gleichzeitig den elektrischen Strom oder das Thermophor oder die Douche gebraucht oder gar der Massage sous l'eau den Vorzug gibt, ist Liebhaberei des einzelnen und entspricht dem Bedürfnis nach einer mehr oder weniger berechtigten Suggestion bei der Behandlung. Je sicherer die Indikationsstellung im einzelnen Falle und je rationeller die Anwendung der Massage, desto mehr wird sie sich von derartigen Beigaben frei machen und sich mit einfachen, durchsichtigen Handgriffen begnügen können.

Das Streichen (Effleurage).

Das Streichen (Effleurage) ist einer der wichtigsten Handgriffe jeder Massagesitzung. Es bildet den Anfang und den Schluß einer jeden Massage. Das Streichen besteht aus einem gleichmäßigen Ausdrücken des behandelten Körperteiles in der Richtung nach dem Herzen zu. Bei einer richtig ausgeführten Effleurage, z. B. am Vorderarme, kann man ohne weiteres sehen, wie vor der massierenden Hand eine Blutwelle durch die sicht-

baren Hautvenen vorgeschoben wird und wie hinter derselben die entleerten Venen zusammensinken und Hohlräume bilden, wie also das Blut von der massierenden Hand weitergetrieben und hinter derselben von der Peripherie angesaugt wird. Dasselbe ist bezüglich der Lymphe der Fall. Wenn diese lebhafte Zirkulation, diese vermehrte und beschleunigte Zufuhr der Flüssigkeit zu den Geweben wirksam erreicht werden soll, so ist es, wie wir schon gesehen haben, notwendig, daß die betreffenden Teile gleichmäßig von allen Seiten umfaßt werden. Dazu muß sich zunächst die Hand vollständig an das Glied anschmiegen, dasselbe gleichsam umfließen, es muß mit dem Daumenballen einerseits und mit dem Kleinfingerballen andererseits ein gleichmäßiger Druck ausgeübt werden, während die Fingerspitzen, der Daumen auf der einen Seite und der 2.—5. Finger auf der anderen Seite, seitlich den zu



Fig. 47.

behandelnden Teil abgrenzen und womöglich von der Unterlage abzuheben helfen. Weiterhin ist es notwendig, daß das Ausdrücken dem Zuge der Lymphgefäße und den Grenzen der zu behandelnden Organe folgt. Ein hohles Rohr kann wirksam nur dann ausgestrichen und entleert werden, wenn der von allen Seiten einwirkende Druck seiner Längsrichtung folgt, nicht aber, wenn die drückende Hand bald links, bald rechts abgleitet und einen Teil der Wandung unberührt läßt. Aehnlich auch bei einem Muskelschlauch. Auch hier ist es notwendig, daß sich die Hand dem Verlaufe der Muskeln oder, wenn einzelne zusammenliegende Muskeln sich als eine Gruppe zusammenfassen lassen, der Muskelgruppe anschmiegt und sie von ihrem Ansatz bis zum Ursprunge verfolgt.

Am wirksamsten geschieht das Ausstreichen des Muskels, wenn man ihn von der Unterlage abhebt und von allen Seiten umfaßt, wie es Fig. 47 zeigt. Wo das nicht möglich ist, sucht man ihn möglichst gleichmäßig gegen seine Unterlage (Knochen) anzudrücken und im Verlauf seines Lymphgefäß-

stromes auszupressen. Für die Effleurage der Muskeln ist daher nicht nur die Kenntnis des Verlaufes der Muskulatur, sondern auch die des Lymphgefäßsystems notwendig. Da, wo die Muskeln mehr in der Tiefe liegen oder von stärkeren Fascienblättern bedeckt sind, ist ein kräftigerer Druck zum Ausstreichen notwendig, und erhöht sich damit die zweite physiologische Wirkung der Effleurage, der Reiz auf die Nerven, besonders auf die Nerven der Haut, welche sich durch eine leichte Rötung der letzteren zu erkennen gibt und, je nach der Stärke des Druckes, ein angenehmes, wohltuendes Gefühl oder eine schmerzhafte Empfindung hinterläßt. Niemals braucht das Streichen aber so kräftig ausgeführt zu werden, daß Blutungen entstehen. Um letztere zu vermeiden, ist es notwendig, unter der Haut vorspringende Knochenkanten (Tibiakante, Spina scapulae etc.) bei der Massage zu



Fig. 48.

umgehen. Sachgemäß ausgeführte Effleuragestriche verlaufen daher auch nicht immer in einer geraden Linie wie der Hobel des Tischlers, sondern die streichende Hand schmiegt sich bald in gerader, bald in gewundener, schlangenförmiger Linie, bald den Daumenballen, bald den Kleinfingerballen mehr benutzend, bald ulnar-, bald radial-flektiert, den Konturen der behandelten Teile an.

Da, wo ein ganzes Glied ausgestrichen werden soll, umgreifen wir dasselbe mit beiden Händen möglichst gleichmäßig und üben so einen allseitigen Druck nach dem Zentrum aus (Fig. 48). Wenn eine ödematöse Schwellung besteht, so muß die Streichung zentralwärts bis in das gesunde Gebiet fortgesetzt werden, wie überhaupt sich jede Massage zentral vom Krankheitsherde fortsetzt und unter Umständen bei starker Empfindlichkeit die kranke Stelle ganz unbe-

rührt läßt und nur proximal von derselben einwirkt (Einleitungsmassage). Der Druck bei der Effleurage darf nicht in allen Teilen der gleiche sein, sondern muß allmählich anschwellen und ebenso allmählich wieder abschwellen; an besonders empfindlichen Stellen, besonders da, wo Nervenstämme gegen unterliegende Knochen angedrückt werden, muß der Druck besonders schonend ausgeübt werden.

Wo es sich darum handelt, Infiltrate zwischen den Muskeln zu beseitigen (besonders nach entzündlichen Prozessen), oder auch Verklebungen zwischen den einzelnen Muskeln zu verhüten, geht die massierende Hand zwischen die einzelnen Muskelinterstitien ein. Während beim Ausstreichen der Muskeln die ganze Hohlhand gebraucht wird, sind es hier besonders die Fingerspitzen, welche in die Tiefe vordringen und die Zwischenräume zwischen den Muskeln oder Sehnen ausstreichen, während zwischendurch mit der ganzen Hand in größeren Zügen Massagestriche zur Beschleunigung der Blut- und Lymphzirkulation eingeschaltet werden. Auch zwischen einzelnen Knochen ist zuweilen zur Beseitigung von Infiltraten ein Eingehen notwendig (z. B. in die Zwischenräume der einzelnen Metacarpalknochen am Handrücken), wobei der massierende Finger, allen Biegungen des Knochens sich anschmiegend, seine Umgebung ausdrückt und die normalen Konturen herzustellen sucht.

Auch da, wo in erster Linie ein Einfluß auf einzelne Nervenstämme angestrebt wird, arbeiten wir nicht mit der Hohlhand, sondern mit den Fingerspitzen, oder auch, um kräftiger zu wirken, mit den Knöcheln der Hand. Hier kann es sich auch empfehlen, den Druck abwechselnd, also gleichsam stoßend an- und abschwellen zu lassen oder mit der streichenden Hand hüpfende Bewegungen zu machen (Zabludowsky). Auch bei diesen Handgriffen ist es notwendig, daß der Masseur anatomisch orientiert ist; nur dann wird er mit der notwendigen Schonung sich in die Gewebsspalten einbohren; nur so ist ein gründliches Ausdrücken der Winkel, in welchen sich Spuren ödematöser Flüssigkeit angesammelt haben, möglich.

Das Kneten (Pétrissage).

Das Kneten dient zur Behandlung der Muskeln, bei der Bauchmassage auch zu der der unter den Bauchmuskeln liegenden Därme. Dasselbe bezweckt, wie das Streichen, ein gleichmäßiges Ausdrücken, gleichsam ein Ausringen der behandelten Muskelmassen. Das Kneten geschieht stets mit beiden Händen zugleich. Der Handgriff bezieht sich auf dieselben Muskelgruppen wie die Effleurage, folgt also auch dem anatomischen Verlaufe der Muskeln, beim Ansatz beginnend und beim Ursprung endigend. Während wir aber beim Streichen das massierte Glied in der Längsrichtung vor uns haben, sitzen wir beim Kneten quer zu dem Gliede, so daß beide Hände vollständig gleichmäßig arbeiten können. Es werden nun die Hände, mit dem Daumen einander zugekehrt, aufgelegt, so daß auf der einen Seite die Daumballen und auf der anderen Seite die Kleinfingerballen und die übrigen Finger liegen. Nun wird der Muskel so weit als möglich von der Unterlage abgehoben und, in Zickzacklinien zentripetal vorschreitend, ausgepreßt, wobei die eine Hand die Muskelmassen in der einen Richtung, die

andere in der anderen Richtung herüber und hinüber wälzt (Fig. 49). Auch hier soll der auf die Muskeln ausgeübte Druck wieder möglichst kontinuierlich und gleichmäßig sein. Die Hand soll sich den massierten Weichteilen möglichst sanft anschmiegen. Das erreicht man am besten



Fig. 49.

dadurch, daß man mit stark gespreizten Ellenbogen unter Mitbewegung der Schultern arbeitet; auch die Finger werden leicht gespreizt gehalten. Die Hand liegt andauernd dem Gliede an, nur die einander zugekehrten Daumen werden spielend herüber und hinüber geworfen. Der Handgriff erstreckt sich vom Ansatz des Muskels bis zu seinem Ursprunge, auch diesen noch umgreifend. Wo irgend möglich, sucht man die Muskelmassen von der Unterlage abzuheben; wo das nicht möglich, werden die Muskeln ähnlich wie beim Streichen gegen die Unterlage angepreßt. Wo die Muskelmassen zu klein sind, um für die ganze Hand einen Angriffspunkt zu bieten, knetet man nur mit dem Daumen einerseits und mit dem Zeige- und Mittelfinger andererseits (Zweifinger-Pétrissage, Hoffa).

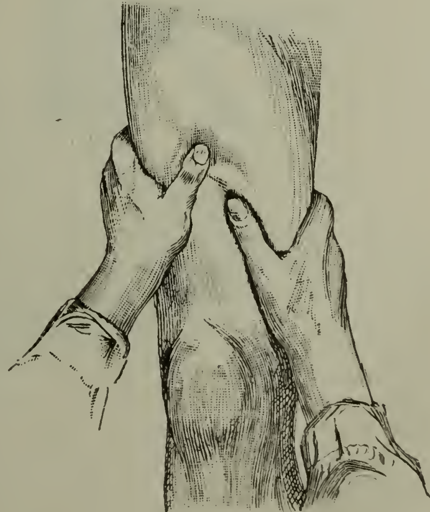


Fig. 50.

Leichter, wenn auch weniger wirksam, ist die in der Weise ausgeführte Pétrissage, daß man das Glied in der Längsrichtung vor sich hat, von beiden Seiten mit den einander gegenüberliegenden Händen umfaßt und nun, mit beiden Händen abwechselnd allmählich zentripetal vorschreitend, die Muskeln von der

Unterlage abhebt und unter periodisch an- und abschwellendem Druck auspreßt (Fig. 50).

Das Kneten geschehe langsam und möglichst schonend, dabei aber, besonders bei großen Muskelmassen, mit entsprechender Kraft. Eine richtig ausgeführte Pétrissage hinterläßt stets ein leichtes, wohliges Gefühl in den behandelten Muskeln.

Das Reiben (Friktion).

Das Reiben bezweckt ein Zerkleinern und Zerdrücken im Gewebe angehäufter pathologischer Bestandteile (entzündliche Exsudate, Blutextravasate). Dasselbe wird daher besonders zur Behandlung der Gelenke oder deren Umgebung angewendet. Man macht zu dem Zwecke, je nach der Größe des zu behandelnden Teiles, mit der ganzen Hand oder nur mit einzelnen Fingern

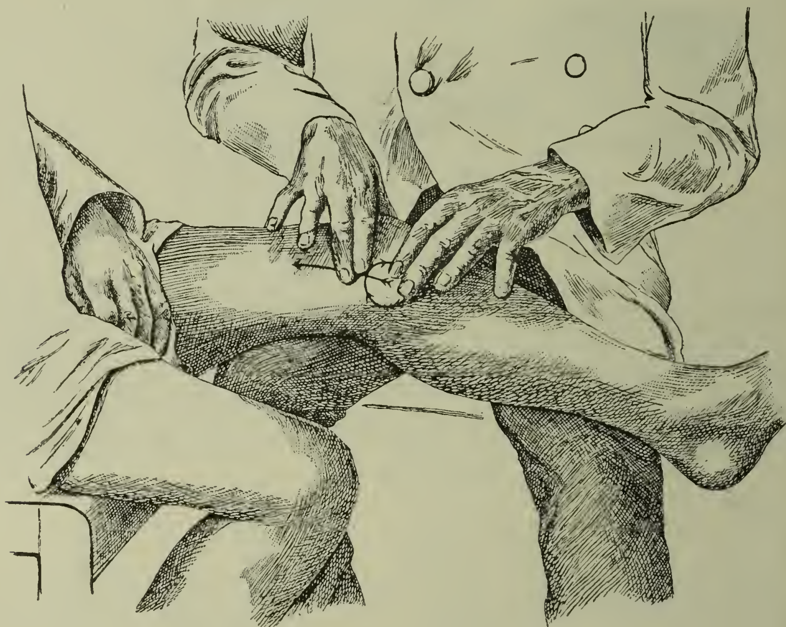


Fig. 51.

(Daumen), oder, wo man mehr in einzelne Spalten in die Tiefe dringen will, mit den Spitzen des Zeigefingers oder Daumens kreisförmige Bewegungen. Diese Bewegungen geschehen am wirksamsten so, daß die Haut bei den kreisenden Bewegungen mit gegen die Unterlage verschoben wird. Sehr zweckmäßig ist es, nach der Methode von Metzger und Mosengeil die Friktion gleichzeitig mit streichenden Bewegungen zu kombinieren derart, daß die eine Hand reibt, während die andere Hand dasselbe Gebiet mit Effleuragezügen behandelt, so daß auf jede Kreistour einer Hand ein zentripetaler Strich der anderen mit leerem Gang zur Peripherie fällt (Fig. 51). Diese Art der Friktion bezweckt, daß das, was die eine Hand zerdrückt, durch die andere gleichzeitig weiterbefördert und „verstoffwechselt" wird. In der Tat

konnte Mosengeil experimentell nachweisen, daß in ein Gelenk eingespritzte Fremdkörper (chinesische Tusche) auf diese Weise überraschend schnell zentripetal fortgeschafft werden können. Die Friktion erstreckt sich bei den Gelenken auf alle Teile, wo die Kapsel der Palpation zugänglich ist, also besonders auf die Streckseite des Gelenkes. Wichtig ist es dabei, das Gelenk bequem zu lagern und seine Stellung so zu wählen, daß man möglichst in die Spalten eindringen kann, z. B. durch starke Beugestellung des Kniegelenkes oder starke Volarflexion des Handgelenkes etc. Die Friktion ist stets mit einem Durchkneten der an den Gelenken ansetzenden Muskeln, besonders der Strecker zu verbinden. Zwischen die Friktion werden einzelne Effleuragezüge, welche die Muskeln oder die Gelenkkapsel treffen, eingeschaltet, auch geht der Friktion der Kapsel stets ein Streichen des Gelenkes voraus, wobei die massierende Hand durch geschickte Drehungen sich den Konturen des Gelenkes anpaßt und sich in die Gruben neben den Knochenvorsprüngen (Patella, Malleolen) hineinschmiegt. Die einzelnen Friktionen werden allmählich in immer engeren Bezirken mit immer steiler aufgesetzten Fingern ausgeführt, so daß alle Gruben und Vertiefungen abgetastet und ausgedrückt werden.

Das Klopfen (Tapotement).

Das Klopfen dient zur Hervorrufung eines Hautreizes, einer aktiven Hyperämie der Haut und zur

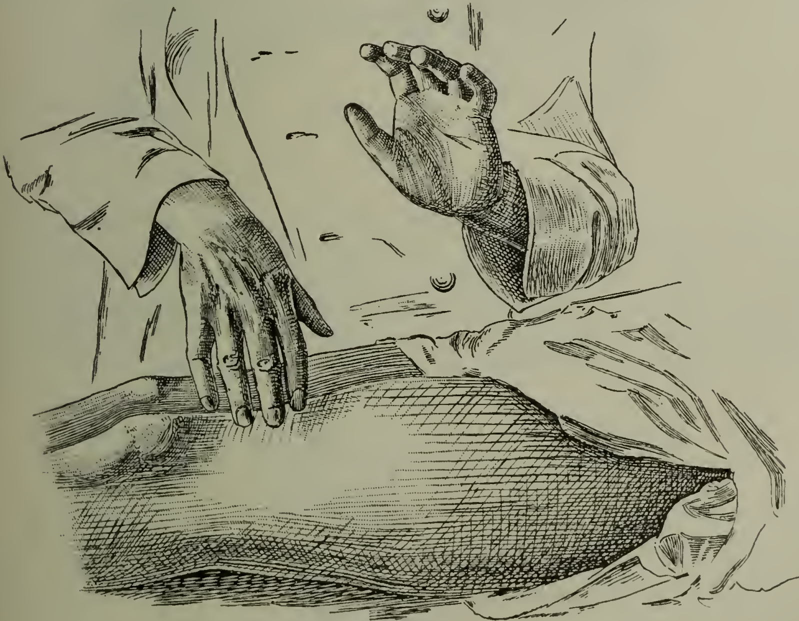


Fig. 52.

Auslösung eines Muskelreizes, einer aktiven Muskelkontraktion; endlich kann durch das Klopfen die Empfindlichkeit abnorm gereizter peripherer Nerven herabgesetzt werden.

Beim Klopfen sind vorspringende Knochenteile stets zu umgehen; dasselbe soll in kurzen, elastischen Schlägen ausgeführt werden, so daß die aufgeschlagene Hand wieder zurückschnellt. Das Tempo der einzelnen Schläge sei ein schnelles und regelmäßiges.

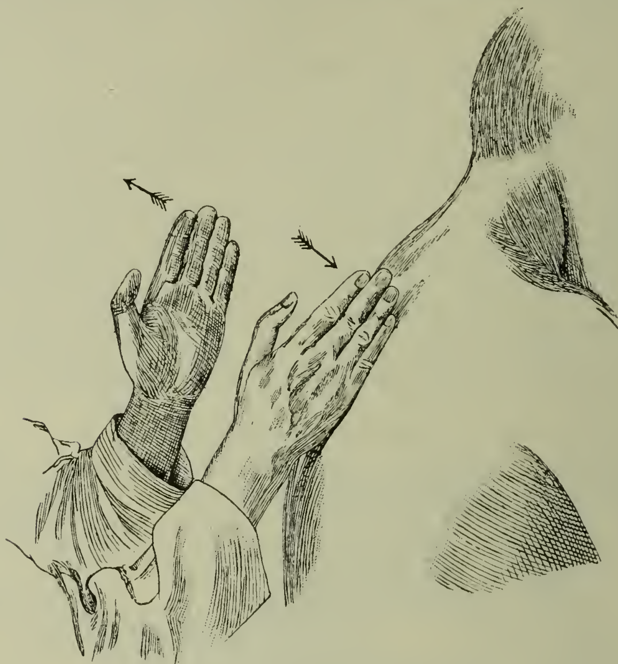


Fig. 53.

Je nach dem behandelten Körperteile richtet sich die Art des Klopfens, d. h. die Teile der Hand, mit denen geklopft wird. Man schlägt entweder mit der ganzen Hohlhand auf (Klatschen), z. B. am Oberschenkel (Fig. 52), oder mit der leicht, wie zum Wasserschöpfen gebeugten Hand, so daß ein Luftkissen zwischen dem behandelten Teile und der Hand bleibt (Tapotement à l'air comprimé), oder es wird

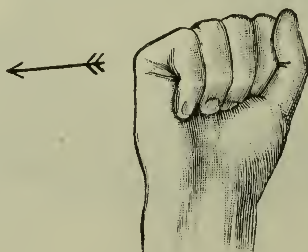


Fig. 54.

mit der Ulnarfläche der Hand bei gestreckten Fingern aufgeschlagen (Hackung), besonders am Rücken (Fig. 53), oder mit der Ulnarfläche der zur Faust geballten Hand (Klopfen im engeren Sinne, Fig. 54),

oder es werden die gespreizten und gestreckten Finger bei schräg gehaltener Hand aufgeschlagen (Fig. 55), eine sehr wirksame Art des Tapotements, oder es werden endlich beim Aufschlagen die gebeugten Finger vorgeschnellt (Bauchmassage, Fig. 56).

Auch das Klopfen darf, wenn es richtig ausgeführt wird, nicht zu Blutungen Veranlassung geben.

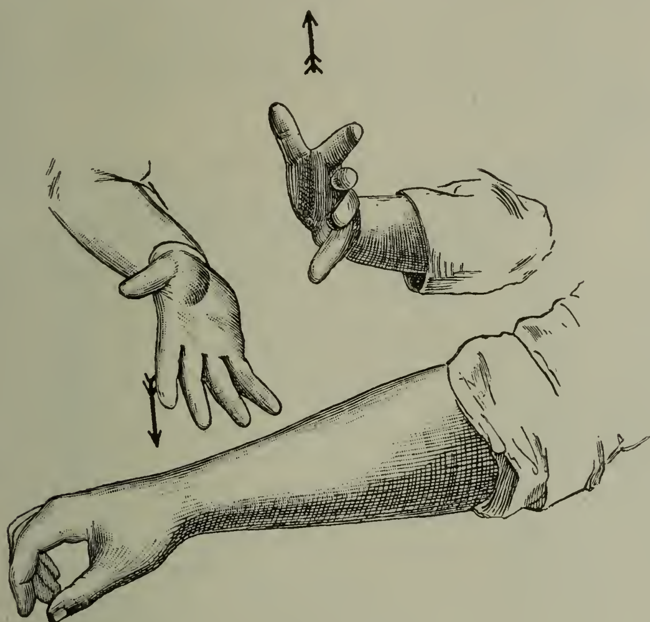


Fig. 55.

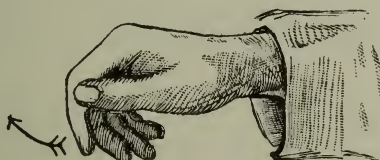


Fig. 56.

Die Erschütterung (Vibration).

Durch die Erschütterung wird ein anregender Einfluß auf die Muskeltätigkeit, sowie eine Herabsetzung der krankhaft gesteigerten Erregbarkeit der Nerven bezweckt. Bei der Erschütterung wird die Hand des Masseurs entweder mit einer größeren Fläche oder nur mit der Spitze des einen oder andern Fingers aufgesetzt und nun in sehr rasch folgende Schwingungen versetzt. Die Schwingungen haben entweder die Richtung senkrecht gegen den zu behandelnden Körperteil, also einen stoßenden Charakter, oder parallel seiner Oberfläche, wodurch die Bewegung eine mehr schüttelnde wird. Die Vibration muß, wenn sie wirksam sein soll, in sehr schnellem Tempo geschehen. Das Hand-

gelenk und die Finger werden dabei abgesteift gehalten. Für den Ungeübten ist diese Manipulation nicht ganz leicht und außerdem sehr schnell ermüdend. Die Erschütterung ist daher ein Handgriff, welcher gern durch maschinelle Einwirkungen ersetzt wird. Besonders durch die ZANDERschen Erschütterungsapparate läßt sich die Vibration sehr zweckmäßig ausführen, während die kleinen Erschütterungsapparate mit Hand- oder Fußbetrieb oder mit kleinen Elektromotoren weniger in die Tiefe wirken und ihren Gang je nach der Kraft, mit welcher die Pelotte auf den Körper aufgesetzt wird, ändern und daher weniger zu empfehlen sind.

Spezielle Massage der einzelnen Körperteile.

Massage des Armes.

Bei der Massage des Armes sitzt der Masseur am besten neben dem Patienten, welcher ihm halb das Profil zukehrt. Die Unterstützung des zu massierenden Armes kann durch die Hand des Masseurs geschehen (Fig. 47). Bei der Massage der Muskeln des Vorderarmes faßt man zweckmäßig die Strecker und Supinatoren zusammen, ebenso die Beuger und Pronatoren. Bei dem Streichen des letzteren beschreibt die massierende Hand eine spiralförmige Linie, welche über dem Olecranon endet (Fig. 57 und 58). Am Oberarm wird die Bicepsgruppe getrennt gestrichen, ebenso der Triceps. Beim Streichen des letzteren setzt man die Hand schon unterhalb des Olecranon auf. Der Deltoides wird wieder getrennt massiert. Bei der Massage der Hand sind besonders die Zwischenräume zwischen den Metacarpi durch leicht gewundene Effleuragestriche zu behandeln. Der Daumen- und Kleinfingerballen kann durch Zweifinger-Pétrissage durchgeknetet werden. Die Massage aller Muskeln beginnt und endet mit Effleurage, welche durch Pétrissage und je nach dem Falle auch durch Tapotement unterbrochen wird. Die Finger werden durch streichende und reibende Bewegungen unter gleichzeitiger Vornahme von passiven Bewegungen behandelt.

Das Handgelenk wird durch Effleurage und Friktion behandelt. Die Handgelenkskapsel ist an der Ulnar- und Radialseite, ebenso an der Dorsalseite der massierenden Hand direkt zugänglich. Hier setzt also die massierende Hand besonders ein, von der Radialseite allmählich auf die Ulnarseite übergehend, und umgekehrt, dabei Ulnar- und Radial-, sowie Volarflexionen des Handgelenks vornehmend. An der Beugeseite ist das Gelenk durch die Sehnen der Fingerbeuger verdeckt, welche hier einer kräftigen Effleurage mit dem Zeige- und Mittelfinger ausgesetzt werden können. Bei der Effleurage des Gelenkes werden die Processus stylodii ulnae et radii in gewundenen Linien umgangen und mit den Fingern von beiden Seiten umfaßt.

Das Ellbogengelenk ist gleichfalls besonders an der Streckseite der Massage zugänglich. Der Patient stützt dabei zweckmäßig die Hand auf das Knie des Masseurs, von welchem er das Gesicht abwendet. Die Linien, in welchen die massierende Hand bewegt wird, zeigt Fig. 59.

Das Massieren des Schultergelenkes geschieht, während der Masseur zur Seite des Patienten sitzt, bei herabhängendem oder auf den Arm oder die Schulter des Masseurs gestütztem und dadurch

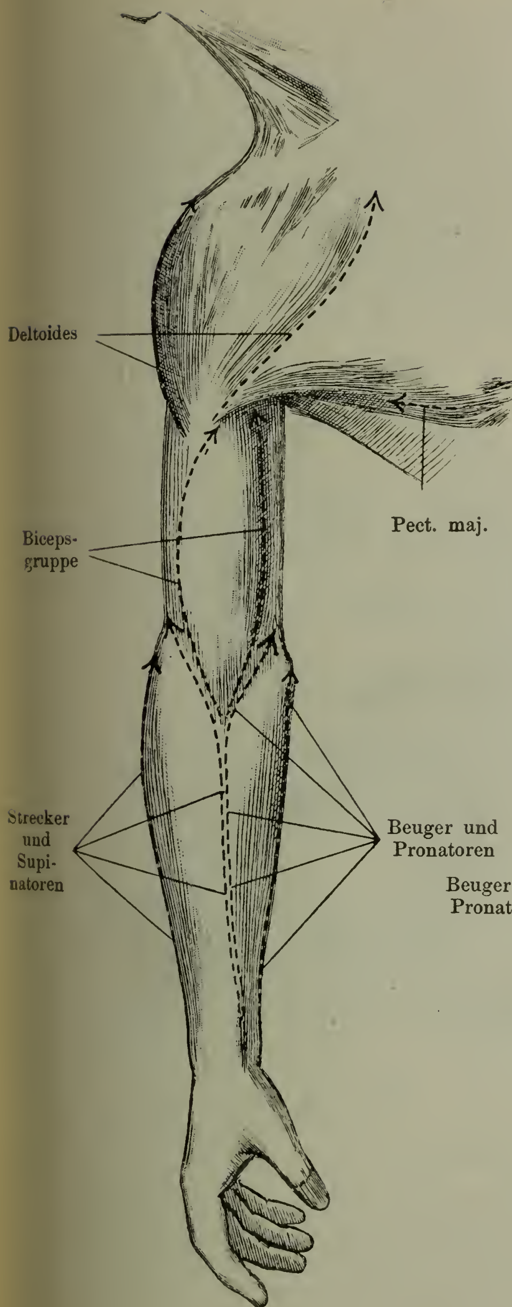


Fig. 57.

Latissim. dors.
Del-
toides
Triceps
Strecker
und
Supi-
natoren
Beuger und
Pronatoren

Fig. 58.

möglichst erhobenem Arm. Besonders an der Vorderseite des Gelenkes zwischen den beiden Portionen des Deltoides ist es leicht, in die Tiefe zu dringen und die Gelenkkapsel zu friktionieren. Auch

von der Achselhöhle aus kann unter Umständen der untere Teil des Gelenks einer leichten Massage unterworfen werden. Die Massage des Schultergelenkes ist stets mit Streichung und Knetung des Deltoides und des ganzen Schultergürtels verbunden. Entsprechend dem Verlaufe der Lymphgefäße werden die an dem Schultergelenke ansetzenden Muskeln alle in der Richtung nach der Insertion am Schultergelenk hin ausgestrichen. Besonders der Cucullaris und Deltoides lassen sich leicht durchstreichen und kneten, während die Muskeln der Supra- und Infrascapulargrube durch bogenförmige, an der Spina scapulae begrenzte Effleuragetouren behandelt werden.



Fig. 59.



Fig. 60.

Halsmassage.

Bei der Halsmassage steht der Masseur entweder vor oder hinter dem Patienten, welcher den Kopf zurücklegt und die Schultern schlaff hängen läßt. Der Strich folgt den großen Gefäßen, die Hände werden symmetrisch schon auf die Wangen aufgelegt und nun mit dem Kleinfingerballen die Gegend hinter dem Kiefer und von da nach abwärts bis zur Supraclaviculargrube gestrichen. Die Hand macht dabei eine starke Wendung von der Supination in Pronationsstellung, so daß anfangs der Kleinfingerballen und zum Schluß der Daumenballen aufliegt (Fig. 60). Besonders bei Caput obstipum schließt sich eine Pétrissage des M. sterno-cleido-mastoideus an.

Massage des Rückens.

Die Massage des Rückens wird am besten in Bauchlage des Patienten vorgenommen. Nur wenn wesentlich die Schultern und der Nacken massiert werden sollen, kann der Patient bei schlaff herabhängenden Armen auf einem Stuhle sitzen. Die Rückenmassage beginnt mit langen, beiderseits symmetrisch mit beiden Händen ausgeführten Effleuragezügen vom Hinterhaupt beginnend, nach der Supraclaviculargrube absteigend, von dort nach abwärts, breite Flächen fassend, bis zur Lendengegend fortgeführt; schließlich nach vorn in der Richtung nach den Leistendrüsen zu endigend. Hieran schließt sich spezielles kräftiges Streichen des Erector trunci, dann Kneten des Erector trunci, beiderseits neben der Wirbelsäule, wobei beide Daumen nach der Mittellinie zu gehalten werden. Es folgt Streichen und Kneten des Cucullaris in der Richtung nach seinem Ansatz. Die gleiche Behandlung erstreckt sich auf den Latissimus dorsi, wobei die einzelnen Züge des Striches strahlenförmig nach der Insertion konvergieren; darauf folgt Streichen des Supra- und Infraspinatus unter Vermeidung der Spina scapulae und unter starker Ulnarflexion der mit dem Daumenballen drückenden Hand. Kräftiges Klopfen, Hacken und Klatschen der Muskeln, besonders der Lumbalgegend, ist mit jeder Rückenmassage verbunden. Bei schmerzhaften Muskelaffektionen wird gleichzeitiges Friktionieren eventueller Resistenzen vorgenommen.

Massage des Beines.

Bei der Massage des Beines (Fig. 61 und 62) liegt der Patient auf einem Bett oder einer Massagebank, oder er sitzt auf einem Stuhl, wobei es zweckmäßig ist, wenn der Patient etwas höher sitzt als der Masseur, welcher das zu behandelnde Glied auf seinen Oberschenkel stützt.

Bei der Massage des Unterschenkels wird die vordere Muskelgruppe (Tibialis anticus und Extenss. digg.) zusammen behandelt. Die Massage dieser Muskeln ist besonders bei Malleolenfrakturen mit Neigung zu Plattfußstellung wichtig. Die massierende Hand folgt den Konturen der Muskeln unter dem Kniegelenk, durch Ulnarflexion sich der geschwungenen Tibiakante anpassend. Dann folgt die Massage der Wadenmuskeln (Gastrocnemius etc.), welche kräftig durchgeknetet werden und schließlich das Streichen und Kneten der Peronei, soweit sie der massierenden Hand zugänglich sind.

Bei der Massage des Oberschenkels wird die Quadricepsgruppe getrennt behandelt, ebenso die Adductoren, der Tensor fasciae latae, endlich der Biceps und die Gruppe des Semimembranosus, Semitendinosus und Gracilis. Zwischen den letztgenannten Gruppen dringt die Hand zur Massage des N. ischiadicus ein.

Beim Massieren des Fußes sitzt der Masseur bei Behandlung der Innenseite von außen, bei Behandlung der Außenseite von innen, den Fuß mit beiden Oberschenkeln stützend. Die Massage beginnt mit Streichungen des ganzen Fußes, erst am Fußrücken, dann an den seitlichen Teilen, die Malleolen in gewundenen Linien umgehend und sich in die Vertiefungen neben ihnen einschmiegend. Darauf folgt Friktionieren des Fußgelenkes an der Vorderseite von einem Knöchel zum anderen und weiter seitlich in einer die Malleolen hufeisenförmig von unten eingreifenden Linie.

Fig. 61.

Fig. 62.

Das Kniegelenk wird besonders an der Vorderseite in gewundenen Linien, welche sich dem Rande der Patella anschmiegen, effleuriert; darauf folgt Friktion, an der Innenseite der Tuberositas tibiae beginnend, aufsteigend zum Gelenkspalt, in diesem nach hinten

und wieder nach vorne gehend und oben nach der Bursa subcruralis vorschreitend (Fig. 63). In einer analogen T-förmigen Linie wird die Außenseite des Gelenkes friktioniert, und endlich werden Friktionen und Streichungen in der Kniekehle besonders an der Innenseite ausgeführt. Die Friktion wird anfangs in größeren Zügen mit den Ballen, später in kleineren Kreisen mehr mit den Fingerspitzen ausgeführt. Der Masseur stützt das Knie auf seine beiden Oberschenkel, die Stellung desselben passiv verändernd und besonders in stärkere Beugung überführend. Die Stellung des Masseurs kann eine verschiedene sein. Entweder werden zum Reiben nur die Daumen gebraucht, dann sitzt der Masseur an der Außenseite des Knies, das Gesicht dem Patienten halb zugekehrt, oder es wird mit dem 2.—5. Finger massiert, dann sitzt der Masseur bei der Behandlung der Innenfläche quer von außen, bei Behandlung der Außenfläche von innen. Zu jeder Massage des Kniegelenkes gehört eine gründliche Massage des Quadriceps.

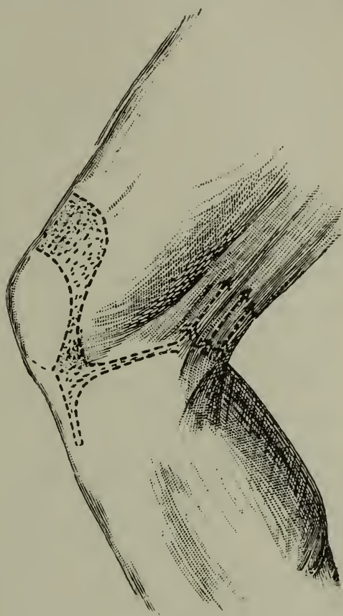


Fig. 63.

Bei der Massage des Hüftgelenkes liegt der Patient auf einer Massagebank, und zwar bei Behandlung der Vorderfläche (Beugeseite) in Rückenlage, bei Behandlung der Streckseite in Seitenlage. Die Massage besteht in kräftiger Effleurage zu beiden Seiten und oberhalb des Trochanters, diesen hufeisenförmig umgreifend, und in Friktion der Gelenkkapsel, soweit dieselbe einer solchen Behandlung zugänglich ist.

II. Gymnastik.

Wesen und Wirkung der Gymnastik.

Unter Gymnastik versteht man die regelmäßig wiederholte Vornahme einzelner oder kombinierter Muskelbewegungen zwecks möglichst vollkommener Erlernung derselben. Vollkommen ist die Bewegung dann, wenn im vorgeschriebenen Tempo und mit der vorgeschriebenen Intensität ausschließlich die gewollte Bewegung mit Ausschluß anderer, nicht beabsichtigter Bewegungen ausgeführt wird.

Die Wirkung, welche die Gymnastik auf den Organismus ausübt, ist erstens eine Vervollkommnung, eine Kräftigung der die Bewegungen ausführenden Muskeln. Denn je stärker die Muskeln zur Arbeitsleistung in Anspruch genommen werden, desto kräftiger entwickeln sie sich, während sie umgekehrt bei mangelnder Tätigkeit in der Entwickelung und im Wachstum

zurückbleiben. Aber nicht nur die Muskeln, sondern auch die Knochen sind einer Veränderung durch die Gymnastik fähig, auch sie ändern je nach der Inanspruchnahme durch die Muskeln nicht nur ihre innere Struktur, sondern auch ihre äußere Gestalt. Es ist also durch die Gymnastik eine direkte Beeinflussung von knöchernen Deformitäten möglich. Ebenso ist die normale Funktion der Gelenke an die Muskeltätigkeit gebunden. Dieselben versteifen oder veröden, wenn sie auf die Dauer festgestellt werden.

Dadurch, daß die gymnastischen Bewegungen nicht nur auf die Entwickelung einer gewissen rohen Kraftäußerung abzielen, sondern daß auch auf die Exaktheit jeder einzelnen Bewegung besonderer Wert gelegt wird, daß die Unterdrückung anderer Bewegungen methodisch geübt wird, wird die Gymnastik zugleich zu einer Uebung für die Nerven, und man ist daher auch berechtigt, von einer Nervengymnastik zu reden. Es werden bei der Gymnastik nicht nur die Muskeln, sondern auch die Nerven, die sensiblen sowohl als die motorischen, die Sinnesorgane, besonders das Auge, und endlich das Zentralnervensystem in Anspruch genommen und damit deren einzelne Funktionen, das Gefühl, der Muskelsinn u. s. w. geübt und vervollkommnet.

Bei der Muskelbewegung wird der Blutstrom in den arbeitenden Muskeln beschleunigt und gleichzeitig die Blutmenge in denselben vermehrt. Einzelne Muskelbewegungen wirken vermöge eigenartiger Klappenvorrichtungen an den Fascien direkt als Pumpvorrichtungen für die ganze Extremität (Oberschenkelrotieren, Armheben). Durch vermehrte Muskelarbeit wird aber auch der Stoffwechsel und die Wärmeproduktion im ganzen Körper erhöht. Daß das Blut durch die körperliche Bewegung konzentrierter, wasserärmer wird, ist bekannt, desgleichen, daß durch forcierte körperliche Uebungen bei Gesunden häufig vorübergehende Albuminurie auftritt, ja, daß solche bei anämischen Individuen eine sehr gewöhnliche Folge übertriebener körperlicher Bewegung ist, ebenso daß bei Nephritikern durch stärkere Muskeltätigkeit die Eiweißausscheidung erhöht wird. Es sind das Gesichtspunkte, welche bei der Vornahme der Gymnastik besonders bei in der Entwickelung befindlichen Mädchen wohl zu berücksichtigen sind.

Stärkere körperliche Anstrengungen sind weiter mit einem entsprechend vermehrten Stoffverbrauch verbunden, welcher sich zunächst in einer Steigerung des Appetits zu erkennen gibt. Sehr kräftige und regelmäßig wiederholte Leibesübungen haben daher besonders bei Fettleibigen eine Abnahme des Körpergewichtes zur Folge.

Einteilung der Gymnastik.

Die Gymnastik läßt sich von verschiedenen Gesichtspunkten aus verschieden einteilen. Die einfachste Einteilung der Bewegungen ist die in aktive und passive, je nachdem die Bewegungen durch den betreffenden „Bewegungsnehmer“ selbst ausgeführt werden oder ihm von außen her durch einen „Bewegungsgeber“ mitgeteilt werden. Dieser „Bewegungsgeber“ kann eine zweite Person, der „Gymnast“, sein, oder die Bewegung kann auch dem Körper durch eine leblose Maschine mitgeteilt werden. Von diesem letzteren Gesichtspunkte

aus unterscheidet man eine *manuelle* und eine *maschinelle* Gymnastik. Die Bewegung kann aber auch umgekehrt von außen durch einen Widerstand, den entweder eine zweite Person oder eine Maschine leistet, erschwert werden. Dann redet man von einer *Widerstandsgymnastik*, die wieder in eine *manuelle* und eine *maschinelle* eingeteilt werden kann. Die Lingsche *schwedische Heilgymnastik* teilt die Widerstandsbewegungen ein in *konzentrische* und *exzentrische*. *Konzentrische* Widerstandsbewegungen sind solche, bei denen der Uebende den gesetzten Widerstand überwindet, z. B. wenn er den Vorderarm streckt, entgegen dem vom Gymnasten geleisteten Widerstande, eine *exzentrische* Widerstandsbewegung ist dagegen eine solche, bei welcher der von außen ausgeübten Kraft allmählich nachgegeben wird, bei welcher also z. B. der Ellenbogen durch den Gymnasten allmählich mit einer gewissen Kraft gebeugt wird, während der Uebende dieser Bewegung einen Widerstand entgegensetzt. Dasselbe Prinzip kommt in der maschinellen Widerstandsgymnastik zur Ausführung, indem jedes Heben eines Gewichtes als eine konzentrische, jedes langsame Senken desselben als eine exzentrische Widerstandsbewegung anzusehen ist.

Endlich können die gymnastischen Bewegungen durch äußere Einwirkungen *erleichtert* werden, z. B. durch Mitteilung der Bewegung einer schwingenden Masse (Einschaltung eines mit dem Gliede verbundenen Schwungrades oder eines an demselben befestigten Pendels).

In der Mitte zwischen den aktiven und passiven Bewegungen steht die Gymnastik mittelst der *Selbstbewegungsapparate*, bei welchen der Uebende gleichzeitig „Bewegungsgeber“ und „Bewegungsnehmer“ ist, bei welchen also ein Körperglied das andere bewegt oder, wie bei den Pendelapparaten, eine Muskelgruppe eine Bewegung im Sinne einer anderen antagonistischen veranlaßt.

Eine weitere Einteilung der Gymnastik ist je nach ihrem Zwecke und den Muskelgruppen, die dabei in Anspruch genommen werden, die in eine *allgemeine* und *spezielle* (lokale) Gymnastik.

Die *allgemeine* Gymnastik erstrebt eine *Vervollkommnung des ganzen Körpers* durch die Leibesübung. Zu solchen allgemeinen gymnastischen Uebungen gehört beispielsweise der Sport und das Turnen. Weiterhin wird durch die allgemeine Gymnastik eine *Beeinflussung einzelner dem Willen nicht unterworfener Körperorgane* erstrebt, z. B. eine Verbesserung der Tätigkeit der Lungen oder der Verdauungsorgane oder eine Beeinflussung des Stoffwechsels, z. B. eine Verminderung krankhaft abgelagerter Fettmassen oder pathologischer Ausscheidungen (Diabetes), oder es wird eine blutzuführende oder umgekehrt eine depletorische Wirkung auf einzelne Organe angestrebt.

Bei der *speziellen* (lokalen) Gymnastik dagegen *ist die ausgeführte Bewegung Selbstzweck für den ausführenden Bewegungsapparat*. Es wird z. B. eine Beugung oder Streckung des Knies vorgenommen, weil die Grenzen der Beweglichkeit beschränkt sind, oder weil die das Knie bewegende Muskulatur atrophiert ist, oder endlich weil durch die Bewegung ein Einfluß auf den Gelenkinhalt erstrebt wird.

Von diesen beiden Gesichtspunkten aus muß das Vorgehen bei der Gymnastik und die Beanspruchung der einzelnen Gliedmaßen eine verschiedene sein. *Bei der allgemeinen Gymnastik werden*

kombinierte Bewegungen mehrerer Gelenke meist beider Körperhälften gleichzeitig vorgenommen, um entweder die vom Organismus geleistete Muskelarbeit zu einer möglichst großen zu machen, oder um eine möglichst ausgiebige Einwirkung auf die zu beeinflussenden inneren Organe herbeizuführen. Endlich ist es bei der auf eine harmonische Entwickelung des ganzen Körpers abzielenden allgemeinen Gymnastik von Wichtigkeit, daß durch Vielseitigkeit der Bewegungen möglichst alle Muskelgruppen in gleicher Weise beansprucht werden.

Anders bei der speziellen Gymnastik: hier soll ein erkrankter Teil des Bewegungsapparates selbst geübt werden. Hier ist es daher notwendig, nicht nur die Bewegungen eines einzelnen Gelenkes herauszugreifen, sondern auch die Bewegungen dieses Gelenkes in ihre einzelnen Komponenten (z. B. Beugen, Strecken, Rotieren, Adduzieren und Abduzieren) zu zerlegen und gerade die Bewegung in derjenigen Richtung, in welcher sie erschwert ist, besonders zu üben. Es wird deshalb in der speziellen Gymnastik meist nur eine Körperseite geübt, und wenn mehrere Gelenke in Tätigkeit gesetzt werden, so geschieht deren Uebung nicht gleichzeitig, sondern hintereinander. Ferner ist es bei der speziellen Gymnastik wichtig, daß nicht nur eine bestimmte Bewegung eines Körperteiles erreicht wird, sondern daß die Bewegung gerade mit dem erkrankten Teile des Bewegungsapparates ausgeführt wird. Wir begnügen uns z. B. bei einer Schulter- oder Hüftgelenkskontraktur nicht mit dem Erfolg, daß der Arm oder das Bein gegen den Rumpf in eine bestimmte Stellung gebracht wird, sondern wir führen diese Bewegung gerade im Schultergelenk oder Hüftgelenk herbei. Zu dem Zwecke schalten wir kompensatorische Mitbewegungen aus, wir fixieren den zentral vom Gelenk befindlichen Körperteil, z. B. den Schultergürtel oder das Becken.

Während die allgemeine Gymnastik häufig bei inneren Erkrankungen Anwendung findet, ist die spezielle Gymnastik im wesentlichen bei chirurgischen Leiden, bei den Erkrankungen des Bewegungsapparates indiziert und findet daher in der Orthopädie ganz besonders häufige Anwendung.

Die bei der allgemeinen Gymnastik beabsichtigten Einwirkungen auf den Organismus sind also folgende:

1) Kräftige Entwickelung des ganzen Körpers.

2) Beförderung der Zirkulation und des Stoffwechsels durch Anregung der Herz- und Lungentätigkeit, Aenderung des Blutdruckes im ganzen Körper.

3) Blutzuführung oder Blutableitung von einzelnen Organen.

4) Dehnung oder Drückung einzelner Organe, welche in der übenden Muskelgruppe eingeschlossen sind (Lungen, Bauchorgane).

Bei der speziellen (lokalen) Gymnastik tritt die Einwirkung auf den ganzen Organismus in den Hintergrund, dagegen werden durch dieselbe folgende Einwirkungen auf den ausführenden Bewegungsapparat herbeigeführt:

1) Kräftigung der atrophischen oder der Atrophie ausgesetzten Muskulatur (besonders durch aktive Bewegungen).

2) Dehnung versteifter Gelenke und ihrer Adnexe (besonders durch passive Bewegungen und Selbstbewegungsapparate).

3) Glättung und Abschleifung in den Gelenkflächen vorhandener Rauhigkeiten. Dieser Einfluß ist nur unter möglichster Entlastung des Gelenkes, also bei hängendem oder extendiertem Gliede möglich und nur unter möglichster Verminderung des durch die ansetzenden Muskelschlingen auf das Gelenk ausgeübten Druckes, d. h. durch Erleichterung der auszuführenden Bewegung (schwingende Bewegungen).

Die Nervengymnastik erstreckt sich auf den Bewegungsapparat im weiteren Sinne durch Einübung möglichst exakter einzelner oder kombinierter Bewegungen bei Störungen der Koordination entweder allgemeiner Art (Tabes) oder spezieller Art (Schreibkrampf, Stottern, Stammeln u. dgl.).

Allgemeine Regeln für die Ausführung der Gymnastik.

Bei der Gymnastik sind folgende allgemeine Regeln zu beobachten:

Die Uebungen dürfen weder in ermüdetem Zustande vorgenommen werden, noch dürfen sie zu stärkerer Ermüdung führen. Es ist daher darauf Bedacht zu nehmen, daß die Uebungen nicht zu lange fortgesetzt werden und daß die einzelne Bewegung dem Patienten nicht zu große Anstrengung verursacht. Bleibt nach den Uebungen eine schmerzhafte Ermattung und Abgeschlagenheit zurück, so sind dieselben entweder zu lange fortgesetzt worden, oder einzelne Uebungen waren zu anstrengend bezw. der der Bewegung entgegengesetzte Widerstand zu groß. Desgleichen ist die Uebung zu anstrengend, wenn die Bewegung nicht mehr gleichmäßig erfolgt, sondern unter Absteifung des ganzen Rumpfes zitternd oder ruckweise ausgeführt wird oder wenn die Atmung dabei sistiert, der Brustkorb in Inspiration festgestellt wird. Auch Kongestionen zum Kopfe dürfen die Uebungen nicht hervorrufen. Auf der anderen Seite soll eine gewisse angenehme Müdigkeit als Zeichen dafür zurückbleiben, daß die Muskeln gehörig in Tätigkeit getreten sind. Die Bewegungen sollen langsam und exakt unter peinlicher Unterdrückung aller nicht gewollten Mitbewegungen geschehen. Das Tempo der Bewegungen stimmt in der Regel mit dem der Atmung überein, und zwar so, daß die Einatmung synchron ist mit dem Erheben oder Ausbreiten der Arme, Rückwärtsneigen des Rumpfes, d. h. mit allen Bewegungen, welche inspiratorische Hilfsmuskeln in Tätigkeit setzen. Dagegen wird das Senken der Arme, das Neigen des Rumpfes nach vorn, das Zusammenführen der Arme, kurz alle Bewegungen, welche die Ausatmung befördern, synchron mit dieser ausgeführt. Bei Widerstandsbewegungen wird in der Regel das Heben des Gewichtes synchron mit der Einatmung, das Senken desselben synchron mit der Ausatmung ausgeführt. Die Atmung geschehe langsam, tief und regelmäßig bei halbgeöffnetem Munde. Die Kleidung sei so eingerichtet, daß sie die Bewegungen nicht behindert und eine ausgiebige Respiration ermöglicht. Alle die Zirkulation behindernden Kleidungsstücke sind zu vermeiden. Korsetts, Strumpfbänder, steife Kragen u. dgl. sind daher bei der Gymnastik verpönt. Da, wo eine größere Zahl von Uebungen vorgenommen wird, beginne man mit den anstrengenderen und endige mit den leichteren, ferner schiebe man nach besonders anstrengenden Uebungen leichtere ein und sorge für Abwechslung zwischen solchen der oberen und der unteren Extremität und des Rumpfes und zwischen aktiven und passiven Bewegungen.

Allgemeine aktive Gymnastik.

Zu der allgemeinen aktiven Gymnastik gehört der Sport, besonders das Turnen, ferner die sogenannte Zimmergymnastik und endlich als eine speziellen therapeutischen Zwecken dienende Gymnastik die Lungengymnastik und die Nervengymnastik, soweit sie sich mit allgemeinen nervösen Erkrankungen beschäftigt.

Der Sport.

Der Sport besteht in der Ausübung verschiedener körperlicher Bewegungen, wie Reiten, Fechten, Turnen, Schwimmen, Bergsteigen, Schlittschuhlaufen, Radfahren u. dgl., welche neben der körperlichen Uebung gleichzeitig eine Anspannung der geistigen Kräfte erfordern. Je mannigfaltiger die Muskelgruppen, die beim Sport in Anspruch genommen werden, sind, je mehr einseitige Uebermüdung vermieden wird, desto mehr wird derselbe geeignet sein, zu einer Stählung und Verschönerung des Körpers beizutragen. Der Sport ist ferner ein zweckmäßiges Ableitungsmittel bei anstrengender geistiger Tätigkeit und Mangel an körperlicher Bewegung. Ein besonderer Vorzug desselben besteht darin, daß er im Freien in der frischen Luft vorgenommen werden kann. Mit dem Begriffe des Sports wird vielfach der einer auf die Spitze getriebenen Anstrengung, einer meist mit einem Wettkampf verbundenen Maximalleistung, verknüpft. Von diesem Gesichtspunkte aus ist der Sport nicht ohne Gefahr, einerseits bezüglich etwaiger Unfälle, andererseits infolge des Versagens der Herztätigkeit bei übermäßiger Anspannung aller Körperkräfte.

Diejenige Sportübung, welche mit der vielseitigsten körperlichen Uebung verbunden ist, ist das Turnen. Dasselbe zerfällt, wie es in Deutschland geübt wird, in die Ordnungsübungen (Reigen), die Freiübungen und das Gerätturnen. Das Turnen ist ein nur für jugendliche, körperlich gesunde Menschen geeigneter Sport. Bei bestehenden Krankheiten ist das Turnen nicht mehr am Platze, seine Bedeutung ist vielmehr eine rein prophylaktische. Wie bei allen Sportübungen, so besteht auch beim Turnen eine Gefahr darin, daß die Anforderungen, welche an die Leistungsfähigkeit des Körpers gestellt werden, übertrieben werden, so daß der Organismus nicht mehr im stande ist, sich den an ihn gestellten Ansprüchen anzupassen. Es kann hieraus eine verminderte Widerstandsfähigkeit, besonders aber eine Beeinträchtigung der Herz- und Lungenaktion, hervorgehen.

Zimmergymnastik.

Die Zimmergymnastik stellt eine Auswahl solcher Freiübungen dar, welche sich auch für eine schwächliche Konstitution, für ältere Leute oder für Kinder mit körperlicher Schwäche oder beginnenden Deformitäten eignen. Besonders zur Bekämpfung der Skoliose und zur Kräftigung der Brustmuskulatur wird die Zimmergymnastik mit Recht vielfach verwandt.

Bei der Zimmergymnastik werden gleichzeitige starke Anstrengungen der gesamten Muskulatur vermieden, vielmehr werden die einzelnen Körperteile, Arme, Rumpf, Beine abwechselnd vorzugsweise in Tätigkeit gesetzt. Die Bewegungen sollen, wie alle gymnastischen Uebungen, exakt unter Unterdrückung nicht beabsichtigter Mit-

bewegungen in regelmäßigem, geordnetem Tempo ausgeführt werden. Die Mehrzahl derselben wird in aufrechter Grundstellung mit leicht gespreizten Beinen ausgeführt. Der Abstand der Fersen soll etwa der Länge des Fußes entsprechen. Die Füße werden unter 45° nach außen gedreht gehalten. Dabei werden beide Beine gleichmäßig belastet, die Hände in die Hüften eingestemmt und der Kopf bei erhobener Brust zurückgehalten.

Derartige Uebungen sind beispielsweise: Rumpfbeugen vorwärts und rückwärts, Rumpfneigen seitwärts, Rumpfwenden, Rumpfkreisen, Armstoßen vorwärts, aufwärts, seitwärts, abwärts, Armheben seitwärts, Armkreisen, Axthauen, Schnitterbewegung (Fig. 64)[1], Armschleudern vorwärts und rückwärts (Fig. 65), Beinheben seitwärts, Beinkreisen, Kniebeugen, Fußwippen u. a. m.



Fig. 64.

Auf der Turnbank lassen sich eine große Zahl ähnlicher Uebungen vornehmen, von denen wir als Beispiel nur das Rumpfaufrichten aus Rückenlage oder noch wirksamer aus Bauchlage, die sogenannte Sphinxübung (Fig. 66), anführen.

Entsprechend dem vermehrten Sauerstoffbedürfnis wird bei jeder vermehrten Muskelaktion die Atmung tiefer und ausgiebiger. Insofern ist daher jede Gymnastik bis zu einem gewissen Grade als

Lungengymnastik

zu betrachten. Von Uebungen, welche speziell den Zweck haben, die Atmung günstig zu beeinflussen, nennen wir:

Forcierte Ein- und Ausatmung nach Atmungspause (entweder forcierte Exspiration nach Atmungspause auf der Höhe der Inspiration oder forcierte Inspiration nach Atmungspause auf der

1) Die Abbildungen 64, 65, 67 und 70 sind aus KRUKENBERG: Lehrbuch der mechanischen Heilmethoden entnommen.

Höhe der Exspiration). Die kräftige Atmungsbewegung stellt sich infolge des durch die Atmungspause entstehenden Lufthungers von selbst ein.

Fig. 65.

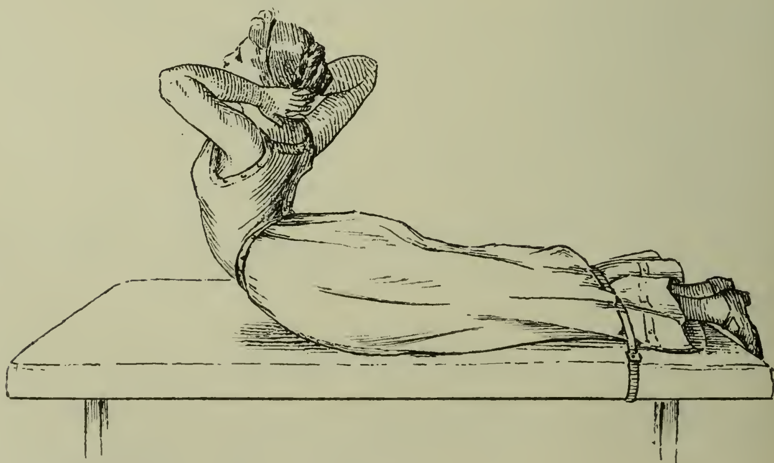


Fig. 66.

Saccadiertes Atmen: Tiefe Exspiration, welcher noch eine zweite, besonders durch die Bauchpresse bewirkte stoßweise Exspiration unter möglichst kräftiger Ausstoßung der Reserveluft folgt.

In- und Exspiration unter gleichzeitigem Wenden des Ellenbogens nach hinten und vorne. Bei der Exspiration wird mit der Hand ein Druck auf das Abdomen ausgeübt (Fig. 67).

Einseitiges Armkreisen nach hinten und oben unter kräftiger Inspiration und Vorstoßen des Armes nach vorne-unten und medialwärts bei forcierter Ausatmung (Fig. 68).

Rumpfbeugen vorwärts und rückwärts in knieender Stellung bei tiefer In- und Exspiration (Fig. 69).

Der Mund wird bei diesen Uebungen, wie bei allen Uebungen der Zimmergymnastik leicht geöffnet gehalten und die Atmung



Fig. 67.

möglichst hörbar ausgeführt. Besonders wo mehrere Kinder gleichzeitig üben, ist letzteres zur Kontrolle der Atmung wichtig.

Durch einzelne einfache Geräte (leichte Hanteln, Schweberinge, Stäbe, Leiter) lassen sich die Uebungen sehr mannigfaltig gestalten. In der sogenannten schwedischen Heilgymnastik werden die Bewegungen meist unter Zuhilfenahme eines Gymnasten als konzentrische oder exzentrische Widerstandsübungen ausgeführt und je nach der Grundstellung des Körpers in verschiedene Gruppen eingeteilt und mit entsprechenden komplizierten Namen (z. B. hochstützstehende Beinschwingung vorwärts und rückwärts, streckspannstehende Knieanziehung und -niederdrückung, Streck-Bein-vorliegende Kopfbeugung rückwärts u. a.) belegt. In Deutschland pflegt man von einem Gymnasten meist nur bei einseitigen Uebungen zur Vornahme

Fig. 68.



Fig. 69.

von Bewegungen Gebrauch zu machen, welche mehr als redressierende mit der Gymnastik verbundene Manipulationen aufzufassen sind.

Solche asymmetrische Bewegungen werden besonders bei der Skoliose und bei einseitigen Lungenschrumpfungen vorgenommen, um eine Körperseite besonders zu beteiligen bezw. zu dehnen. So läßt man z. B. bei der Skoliose die Hand auf der Seite der Konvexität nicht in die Lendengegend, sondern in der Höhe des seitlichen Rippenbuckels einstemmen, so daß die Rippen und die Wirbelsäule bei seitlichen Rumpfbewegungen gleichsam über diesen Punkt hinweggehebelt werden.



Fig. 70



Fig. 71.

Einzelne zweckmäßige asymmetrische, gymnastische Uebungen, welche durch einen Gymnasten verstärkt werden können, sind beispielsweise die folgenden:

Einseitiges Atmen (Fig. 70).

Forcierte Atmung, wie Fig. 68 zeigt.

Rumpfseitwärtsneigen an den Schweberingen (Fig. 71) u. a. m.

Wir brauchen auf die nähere Beschreibung aller dieser Uebungen nicht näher einzugehen. In den Abhandlungen von Schreber sowie

Angerstein und Eckler, besonders aber von Mikulicz-Tomasczewski finden sich eine große Zahl für die orthopädische Behandlung brauchbarer Uebungen aus dem Gebiete der Zimmergymnastik beschrieben und abgebildet.

Nervengymnastik.

Bei jeder Gymnastik wird nicht nur die rohe Muskelkraft in Anspruch genommen, sondern die Gymnastik ist auch, wie wir gesehen haben, ein hervorragendes Mittel zur Verfeinerung der Koordination, zur Unterdrückung von Mitbewegungen, zur genauen Abstufung der Kraft und Geschwindigkeit und der Hemmung jeglicher Bewegung. Auch das Auge wird bei vielen gymnastischen Uebungen hervorragend beteiligt. Die Gymnastik wird deshalb auch bei vielen Innervationsstörungen verwandt. Besonders bei zentralen spastischen Affektionen ist von einer methodischen Gymnastik ein Erfolg zu erwarten. Du Bois-Reymond hat die Abwickelung der Bewegungsimpulse bei derartigen spastischen Zuständen treffend mit einem Wasserrinnsal oder einer Steinschurre verglichen, bei welcher durch unablässiges Herabstürzen des Wassers, des Schnees oder der Steine eine Wegstrecke immer mehr ausgeschliffen und ausgearbeitet wird, so daß alle anderen Bahnen allmählich zurücktreten und unwegsam werden. Wie man hier durch Wegsammachung schon vorhandener, aber verödeter Bahnen eine Ableitung der übermäßig in die gewohnten Geleise herabstürzenden Massen herbeizuführen sucht, so kann man auch durch eine Gymnastik des Nervensystems, durch methodische Unterdrückung der gewohnten Impulse und regelmäßige Verstärkung anderer Bewegungen die Bahnen für die Abwickelung koordinierter Bewegungen wieder wegsam machen und dadurch das gestörte Gleichgewicht der Bewegungen wiederherstellen. Hierauf beruht die schon seit langer Zeit geübte gymnastische Behandlung des Schreibkrampfes, des Stotterns, der Chorea und ähnlicher Affektionen. Frenkel hat zuerst die Tabes erfolgreich mit Bewegungsübungen behandelt. Die Behandlung der Ataxie mit Uebungen ist dann besonders von Goldscheider und Jacob weiter begründet und systematisch ausgebildet und populär gemacht worden.

Nach Goldscheider beruht die Ausschleifung der Nervenbahnen auf einer Herabsetzung der Widerstände in der Nervenzelle. Die minimale Reizbarkeit der Nervenzelle, die „Neuronschwelle“, verfeinert sich durch den Gebrauch, d. h. durch wiederholte Reizung der Nerveneinheit, des „Neurons“. Unter anderem steigert die Aufmerksamkeit die Erregbarkeit des Neurons, setzt also die Neuronschwelle herab. Die Einwirkung von Reizen ist notwendig, um die normale Konstitution der Neuronzelle zu erhalten. Hierauf gründet sich die Wirkung der bahnenden Uebungstherapie. Dieselbe bestrebt eine Wiederbelebung oder Einübung der Willensbahnen. Nach Jacob ist es für gelähmte Kranke besonders verhängnisvoll, daß sie während der Zeit, während welcher die Lähmung bezw. Funktionsunfähigkeit der Muskeln besteht, auch die Willensimpulse nicht ausüben, die bei normaler Funktion der Muskelgruppen zu den betreffenden Bewegungen führen. Es tritt bei diesen Affektionen des Zentralnervensystems bezw. der peripheren Nerven allmählich nicht nur eine Inaktivitätsatrophie der gelähmten Muskeln, sondern auch eine gewisse Trägheit in den-

jenigen Bahnen ein, welche die Willensimpulse für die einzelnen Bewegungen vermitteln. Durch die bahnende Uebungstherapie werden diese Willensimpulse methodisch geübt. Bei Hemiplegischen dienen hierzu die Mitbewegungen. Der Kranke führt Bewegungsübungen mit der gesunden Seite aus und versucht durch Anspannung der Willensimpulse solche auch auf der gelähmten Seite hervorzurufen, oder es werden in Apparaten (Fahrrad u. dgl.) Bewegungen auf der einen Seite hervorgerufen und dadurch gleichzeitig auf der andern Seite erleichtert. Ferner wird die Nachahmung zur Erleichterung von Bewegungen benutzt. Der Arzt macht die betreffende Bewegung vor und fordert den Patienten auf, in demselben Augenblick dieselbe Bewegung auszuführen, oder es wird durch den elektrischen Strom eine Zuckung hervorgerufen, die der Patient in demselben Moment aktiv zu verstärken sucht. Es ist erstaunlich, wie viel Beweglichkeit man oft noch in anscheinend vollständig gelähmten Gliedern hervorzaubert, wenn man die Kranken zu energischen Kraftäußerungen in gesunden Gliedern anspornt und wie oft sich durch konsequente Uebung dieser anfänglich vollständig kraftlosen und schlaffen Bewegungen eine mehr oder weniger vollständige Gebrauchsfähigkeit einzelner Glieder erzielen läßt.

Umgekehrt wird bei Reizzuständen, bei Chorea, Intentionszittern, Schreibkrampf etc. eine hemmende Uebungstherapie empfohlen durch möglichst umfangreiche Ruhigstellung einzelner Muskelgruppen und Freilassung nur derjenigen, mit welchen die Bewegung ausgeführt werden soll oder durch Ruhigstellung von Muskeln in Sandbädern u. dgl.

Die Koordination der Bewegungen hängt ab von bestimmten Sensationen, vor allem den Bewegungsempfindungen, durch welche wir in die Lage versetzt werden, zu kontrollieren, ob die in Ausführung begriffene Bewegung der vorgestellten entspricht (Goldscheider). Die kompensatorische Uebungstherapie der Tabes stellt sich nun zur Aufgabe, durch einen zweckmäßigen Unterricht eine Umstimmung der Rindenzentren herbeizuführen, so daß letztere sich zur Kontrolle über die ausgeführten Bewegungen nicht mehr der Sensibilität, sondern der anderen Sinne, vornehmlich des Gesichtssinnes, bedienen und dadurch die Regulation der Bewegungen zu stande bringen (Jacob). Derartige Uebungen werden teils im Liegen, teils im Sitzen oder im Stehen ausgeführt. Frenkel bedient sich hierzu sehr einfacher, leicht zu improvisierender Apparate. So werden auf dem Fußboden bestimmte Figuren, gerade Linien mit Vorzeichnung der Schrittlänge, Fußspuren für vorschreitenden Gang oder für Wendungen aufgezeichnet, welchen der Patient folgen muß, oder es wird dem Patienten die Aufgabe gestellt, mit den Fingern der Kante oder einer Hohlrinne an einem Holzkeil zu folgen oder Stöpsel in vorgebildete Löcher in einem Brett einzufügen u. dgl. mehr.

Goldscheider bedient sich verschiedener gleichfalls einfacher Apparate zur Ausführung der Präzisionsübungen. Fig. 72—75 zeigen verschiedene solcher Goldscheiderscher Apparate, wie sie sich jede Anstalt leicht improvisieren kann. Jacob läßt teilweise Präzisionsfreiübungen, teils solche an Apparaten vornehmen.

Die Erfolge der kompensatorischen Uebungstherapie sind in einzelnen Fällen ausgezeichnet, wenngleich die Behandlung natürlich nur eine symptomatische, das Grundleiden nicht berührende ist.

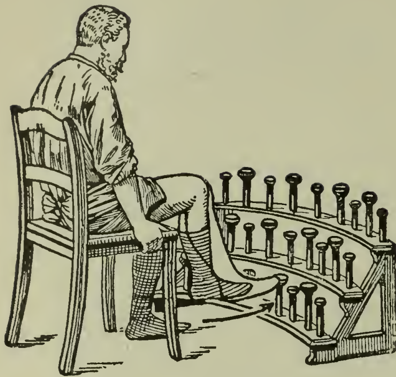


Fig. 72.

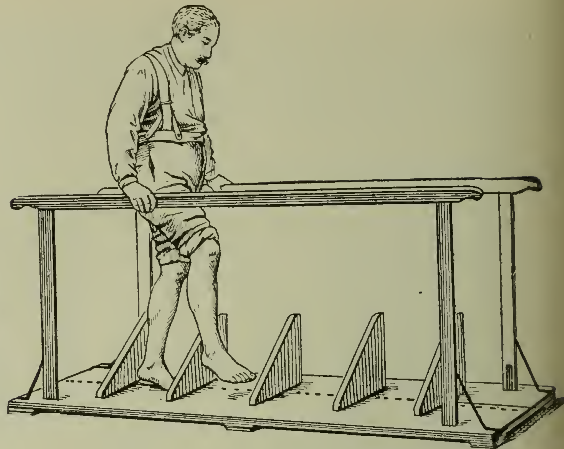


Fig. 73.



Fig. 74.



Fig. 75.

Allgemeine passive Gymnastik.

Passive Bewegungen zum Zwecke der allgemeinen Gymnastik werden fast nur von den Vertretern der schwedischen Heilgymnastik vorgenommen. Die einzelnen Handgriffe: Brustspannung, Brustemporziehung, Beckenhebung, Armführung nach verschiedenen Richtungen, Beinspreizung und -schließung, Beinrollung, Rumpfdrehung und -rollung etc. erfordern einen oder zwei Gymnasten zur Ausführung. Eine Anzahl derselben gehört mehr in das Gebiet der redressierenden Manipulationen. Zweckmäßiger werden diese passiven Bewegungen durch maschinelle Vorrichtungen (Zander-Apparate) ausgeführt.

Spezielle aktive Gymnastik.

Die spezielle aktive Gymnastik kommt überall da in Betracht, wo aus irgend einem Grunde die Beweglichkeit eines Gelenkes be-

schränkt ist, sei es, daß der passive oder daß der aktive Bewegungsapparat in seiner Funktion behindert ist. Wo nur ein geringes passives Hindernis nach kurzdauernder Feststellung eines Gelenkes oder durch leichte traumatische Schwellung vorhanden ist, da genügen die aktiven Bewegungsübungen allein, um die freie Beweglichkeit wiederherzustellen. Auch da, wo nach operativen Eingriffen an den Muskeln oder Sehnen (Sehnennaht, Sehnentransplantation etc.) die Muskeln vorübergehend außer Tätigkeit gesetzt waren, genügt meist die aktive Gymnastik im Verein mit der Massage, um die Beweglichkeit wiederherzustellen. Es kommt hier vor allem darauf an, festzustellen, welche Art der Bewegung an einem Gelenke behindert ist, um diese besonders zu üben. Dabei handelt es sich nicht nur um die Frage, ob etwa die Beugung oder die Streckung beschränkt ist, sondern auch darum, wie sich die Bewegungsfähigkeit bei dieser oder jener Stellung des Nachbargelenkes verhält. So ist z. B. der Faustschluß erheblich schwerer und anstrengender bei Volarflexion des Handgelenkes als bei Dorsalflexion. Ferner wird die Bewegungsrichtung der an einem Gelenk ansetzenden Muskeln vielfach geändert, je nach der Stellung, welche dem Gelenke durch andere gleichzeitig an demselben inserierende Muskeln gegeben wird. Es kann ein und derselbe Muskel in der einen Phase der Bewegung ein Abduktor, in der andern ein Adduktor sein, er kann je nach der Stellung des Gelenkes bald nach innen, bald nach außen rotieren oder das Gelenk strecken. Diesen wechselnden mechanischen Verhältnissen muß bei den aktiven Bewegungen Rechnung getragen werden, um festzustellen, welche Muskeln besonders zu üben sind. So ist z. B. der Glutaeus med. und minimus, dessen Ausfall besonders bei Behandlung der kongenitalen Hüftgelenksluxation in Betracht kommt (Trendelenburgsches Symptom), bei gestreckter Stellung ein Abduktor, bei gebeugter Hüfte dagegen verwandelt sich seine Funktion in eine nach innen rotierende. Man wird daher, wenn man diesen Muskel üben will, beim Stehen, bei gestreckter Hüfte, abduzierende Bewegungen des Beines machen lassen, im Sitzen bei gebeugter Hüfte dagegen eine Innenrotation.

Die aktiven Bewegungen müssen ferner, wie wir schon oben besprochen haben, möglichst analysiert, möglichst in ihre einzelnen Komponenten zerlegt werden. In jedem Gelenke müssen die in den verschiedenen Richtungen möglichen Bewegungen, Beugung, Streckung, Abduktion, Adduktion, Innen- und Außenrotation, voneinander getrennt geübt werden. Ferner muß bei Bewegungsübungen vielgelenkiger Muskeln die Stellung der Nachbargelenke gewechselt werden, so daß die Bewegung erschwert oder erleichtert wird, je nachdem die Muskeln dadurch schon in der Ausgangsstellung verkürzt oder gespannt werden. Nach der Stellung der Nachbargelenke wird auch die Funktion der Synergeten und Antagonisten eine wechselnde. So kommen ganz andere Muskelgruppen in Betracht, je nachdem alle drei Fingergelenke gebeugt werden, also die ganze Hand zur Faust geschlossen wird, oder ob nur die Grundgelenke gebeugt und die beiden Endgelenke gestreckt werden, oder ob nur die Mittel- und Endgelenke gebeugt, die Grundgelenke aber gestreckt gehalten werden. Bei der Ausführung der einzelnen Fingerbewegungen ist eine gleichzeitige Feststellung des Handgelenkes notwendig. Also auch die Handgelenksmuskeln werden bei den Bewegungen der Finger in Anspruch genommen.

Die Bewegungen in jedem Gelenke müssen nach beiden Richtungen hin bis zu den physiologischen Grenzen vor sich gehen. Als Grundstellung dient eine Mittelstellung zwischen beiden Grenzen, also meist eine mittlere Beugestellung, und zwar in größeren Gelenken so, daß die Bewegung sowohl nach der einen als auch nach der anderen Seite nicht zu sehr durch die Eigenschwere des Gliedes gestört wird. Geht die Bewegung von einer horizontalen Grundstellung aus, z. B. Kniegelenksbewegungen von horizontaler Lage des Oberschenkels, so wird die Bewegung in der einen Richtung (Streckung) durch die Schwere des Gliedes zu sehr erschwert, die Bewegung in der anderen Richtung (Beugung) aber geschieht fast rein passiv durch die Schwere, während die Strecker zur Hemmung der Beugung innerviert werden, die Beuger aber fast ganz untätig bleiben. Werden dagegen die Kniebewegungen im Stehen bei senkrecht herabhängendem Oberschenkel geübt, so werden fast nur die Beuger in Tätigkeit gesetzt, während der Quadriceps fast ganz außer Funktion bleibt.

Nur in einzelnen Fällen, wo die Bewegungsenergie speziell in einer Richtung gestärkt werden soll, werden die aktiven Bewegungen absichtlich entgegen der Schwere ausgeführt. Hierdurch erhalten sie den Charakter von Widerstandsbewegungen und, wenn dabei durch die Körperschwere gleichzeitig eine Deformität ausgeglichen wird, den einer aktiven Redression. Solche Bewegungen sind z. B. die Erhebung auf die Fußspitzen bei stark nach innen gedrehten Füßen zur Kräftigung der Mm. tibiales und zur Bekämpfung des Plattfußes oder die aktive Streckung der Wirbelsäule, wie wir sie bei Skoliotischen vornehmen lassen. Wir werden diese Bewegungen bei den redressierenden Manipulationen noch näher kennen lernen.

Spezielle passive Gymnastik.

Die passiven Bewegungen werden prophylaktisch angewandt, um Kontrakturen vorzubeugen, z. B., wo wegen Schmerzhaftigkeit nach Verletzungen aktive Bewegungen vermieden werden, oder wo infolge von Lähmungen die aktive Tätigkeit der Muskeln zeitweilig unterbrochen ist. Hier sollen die passiven Bewegungen nur soviel wie möglich vikariierend für die aktiven eintreten. Dasselbe ist der Fall bei den passiven Bewegungen, welche wir beim Wechsel fixierender Verbände, z. B. bei Frakturen, vornehmen. Ferner werden die passiven Bewegungen auch angewandt, wo bereits eine Beschränkung der Beweglichkeit, eine Kontraktur, besteht. Hier haben sie gleichzeitig die Aufgabe, sich bildende Verwachsungen im Gelenke und in dessen Umgebung zu lösen und geschrumpfte Gewebeteile zu dehnen.

Was für die Ausführung der aktiven Bewegungen gesagt wurde, das gilt auch für die der passiven. Auch hier sollen die Bewegungen des Gelenkes in ihre einzelnen Komponenten zerlegt und jede einzelne Art der Bewegung für sich möglichst bis zu den physiologischen Grenzen, *besonders aber auch in der physiologischen Richtung der Bewegung* ausgeführt werden. *Damit die Bewegungen nicht durch Mitbewegungen gestört werden, ist es bei vorhandener Steifigkeit oder Empfindlichkeit notwendig, daß das betreffende Glied sorgfältig fixiert wird.* So wird, um Mitbewegungen des Beckens zu vermeiden, bei

Streckung der Hüfte in Rückenlage das Hüftgelenk der gesunden Seite in extremer Beugung gehalten, oder es wird die Bewegung in Bauchlage vorgenommen und gleichzeitig ein Druck auf das Kreuzbein ausgeübt. Bei passiver Erhebung des Armes muß der Schultergürtel fixiert werden, auch kann man zweckmäßig die Bewegung mit beiden Armen gleichzeitig vornehmen, um einseitiges Ausweichen des Rumpfes zu vermeiden.

Da die passiven Bewegungen häufig für den Patienten unangenehm und schmerzhaft sind, so ist es notwendig, daß sie von einer möglichst bequemen Mittelstellung ausgehen, derart, daß der Patient das Gelenk möglichst entspannt und dadurch den Druck, welchen die beiderseits am Gelenk inserierende Muskelschlinge auf die Gelenkenden ausübt, vermindert. Aus demselben Grunde darf bei bestehender Empfindlichkeit das Gelenk nicht belastet sein, sondern es wird zweckmäßig gleichzeitig während der Bewegung an demselben ein leichter Zug ausgeübt, so daß der Druck der Gelenkenden aufeinander vermindert wird. Um die Spannungen seitens des Patienten zu vermindern, empfiehlt es sich besonders in der ersten Zeit, die Bewegungen möglichst schonend auszuführen und die Aufmerksamkeit des Patienten tunlichst abzulenken, zuweilen auch nach erreichter Entspannung einmal eine kurze überraschende stärkere Bewegung einzuschieben. Die passiven Bewegungen sollen im allgemeinen ohne größere Schmerzen ausgeführt werden. Werden sie zu früh oder zu brüsk vorgenommen, so haben sie reaktive Schwellungen und unter Umständen vermehrte Steifigkeit zur Folge. Bei der Vornahme derselben muß die Empfindlichkeit im Laufe der einzelnen Sitzungen allmählich abnehmen; ist das Umgekehrte der Fall, werden die Bewegungen von Tag zu Tag schmerzhafter und werden die Grenzen der aktiven Beweglichkeit nicht freier, so sind die Bewegungen entweder mit zu roher Kraft vorgenommen worden oder sie sind überhaupt nicht angebracht. Je früher die passiven Bewegungen vorgenommen werden, desto schonender muß man dabei vorgehen und desto mehr muß man die aktiven Spannungen der Muskeln dabei vermeiden. Unter Umständen werden die ersten passiven Bewegungen in Narkose vorgenommen und nach denselben sogleich wieder ein fixierender Verband angelegt. Besonders bei Frakturen ist es wichtig, daß die Muskeln bei den passiven Bewegungen vollständig entspannt werden und daß das gebrochene Glied distrahiert wird. Dann kann mit den passiven Bewegungen schon sehr früh begonnen werden. Die Bardenheuersche Methode der mit permanenter Extension verbundenen, auch vom Patienten selbst anzuleitenden passiven Bewegungen, wie sie Fig. 76 zeigt, kann daher schon sehr früh und vor vollständiger Konsolidation des Bruches vorgenommen werden. Je frühzeitiger die passiven Bewegungen bei Verletzungen vorgenommen werden, desto geringer sind die inneren Widerstände und desto schonender können sie ausgeführt werden. Bei der Behandlung aller Verletzungen, besonders aber bei der der Frakturen kann daher nicht genug gewarnt werden vor zu lange liegenden fixierenden Verbänden. Auch zu weitgehende Schienungen, die viel mehr Gelenke feststellen, als notwendig ist, sind oft die Veranlassung zu Kontrakturen. In dieser Beziehung ist namentlich vor dem Ge-

brauch der großen Handbretter bei geringfügigen Fingerverletzungen zu warnen. Besonders bei alten Leuten ist es oft besser, wenn die Fraktur mit einer leichten Deformität ausheilt, als wenn der Bruch gerade heilt, dafür aber das Glied steif bleibt. Auch zu lange liegende Drains und Tamponaden, versäumte primäre und sekundäre



Fig. 76.

Nähte sind häufig die Ursachen späterer Kontrakturen, weil sie die frühzeitige Vornahme von Bewegungsübungen hindern. Endlich ist es ein schwerer Fehler, wenn bei Unfallverletzten, deren spätere Ueberweisung in ein mediko-mechanisches Institut zu erwarten steht, von dem erst behandelnden Arzte die Vornahme der passiven Bewegungen verabsäumt wird. Je eher nach Verletzungen die passiven

Bewegungen vorgenommen werden, desto wirksamer sind sie, je später die Bewegungskur beginnt, desto weniger Aussichten auf Erfolg bietet sie, und desto kompliziertere Vorrichtungen macht sie notwendig. — Dagegen möchte ich bei Gelenkentzündungen im allgemeinen vor zu früher Vornahme passiver Bewegungen warnen. Hier wartet man am besten ab, bis die erste aktive Beweglichkeit sich einstellt, und unterstützt dieselbe dann erst durch passive Bewegungen, vordem aber begnügt man sich damit, eventuelle Stellungskorrekturen an dem Gelenk vorzunehmen.

Besonders wichtig sind die passiven Bewegungen bei Lähmungen. Hier wird durch dieselben der Inaktivitätsatrophie vorgebeugt dadurch, daß die Bewegungen ähnlich wie die Massage die Zirkulation in den gelähmten Muskeln anregen und den Stoffwechsel beschleunigen. Diese vorteilhafte Wirkung der passiven Bewegungen macht sich bei allen schweren Zirkulationsstörungen in einem Gliede bemerkbar. Bei schweren Stockungen des Kreislaufes mit drohender Gangrän lindern die passiven Bewegungen nicht nur die Schmerzen, sondern sie beeinflussen auch den pathologischen Prozeß zweifellos in günstiger Weise. Dieser günstige Einfluß auf die Zirkulation wird besonders erhöht durch einzelne klappenartige Mechanismen an den Fascien, infolge deren bei passiven Bewegungen starke Blutdruckschwankungen zu stande kommen. So wird der Druck der Fascia lata im HUNTERschen Kanal auf die großen Gefäße durch jede Außenrotation erhöht und dadurch das venöse Blut und die Lymphe nach dem Rumpfe weitergetrieben, während bei jeder Innenrotation sich der HUNTERsche Kanal vertieft und dadurch das Blut aus der Peripherie angesaugt wird. So entsteht bei jeder Innen- und Außenrotation des Oberschenkels der Mechanismus der Saug- und Druckpumpe. Bei Lähmungen besteht eine weitere wesentliche Bedeutung der passiven Bewegungen darin, daß sie die Tätigkeit der Muskeln vorübergehend ersetzen und dadurch das Zustandekommen von Verklebungen verhindern. Wo nur einzelne an einem Gelenk ansetzende Muskeln gelähmt sind, fällt den passiven Bewegungen außerdem die Aufgabe zu, das Uebergewicht der nicht gelähmten Antagonisten auszugleichen, ihren Verkürzungsrückstand zu beseitigen und dadurch der Kontrakturstellung vorzubeugen.

Bei Neuralgieen werden die passiven Bewegungen in der Art ausgeführt, daß durch dieselben einzelne Nervenstämme gedehnt und dadurch in ihrer Reizbarkeit herabgesetzt werden. Besonders bei Ischias findet diese Methode vielfache Anwendung. Es wird zu dem Zwecke zunächst die Hüfte stark gebeugt und darauf das Kniegelenk soweit als möglich gestreckt (unblutige Dehnung des N. ischiadicus).

NAEGELI hat diese Methode der Nervendehnung nicht nur auf die Nervenstämme, sondern auch auf die peripheren Nerven übertragen und durch Dehnungen und Zerrungen der Haut an der Peripherie, d. h. an den schmerzhaften Stellen und in deren Umgebung die verschiedensten schmerzhaften Zustände günstig beeinflußt.

Maschinelle Heilgymnastik.

Die maschinelle Heilgymnastik wurde von GUSTAV ZANDER in Stockholm begründet. ZANDER hat, nachdem er die Unvollkommen-

heit der manuellen schwedischen Heilgymnastik, die Unsicherheit des durch den Gymnasten den Bewegungen entgegengesetzten Widerstandes eingesehen hatte, begonnen, eine Reihe von Apparaten zu konstruieren, bei welchen der zu überwindende Widerstand nach physiologischen Gesetzen durch Apparate geleistet wurde. Diesen Apparaten für aktive Bewegungen haben sich allmählich solche für passive Bewegungen, Apparate für mechanische Einwirkungen und andere orthopädische Apparate angereiht, welche das Arsenal der nach ZANDERS System eingerichteten sog. mediko-mechanischen Institute bilden.

ZANDER hat seine Apparate monopolisiert, derart, daß er an einem Orte immer nur ein Institut als Inhaber seiner Apparate zuläßt. Dadurch ist die Anwendung der Apparate auf einzelne größere Institute beschränkt; kleinere Anstalten können sich, da die ZANDERschen Apparate nicht einzeln verkauft werden, dieselben nicht anschaffen. Hierdurch machte sich vielfach das Bestreben bemerkbar, sich von der ZANDER-GÖRANSSONschen Aktiengesellschaft unabhängig zu machen, und die ZANDERschen Apparate sind daher in der neueren Zeit vielfach mit mehr oder weniger Glück nachgeahmt oder auch mit einzelnen Modifikationen als neu erfundene Systeme in den Handel gebracht worden.

Neben den ZANDERschen Apparaten ist eine Anzahl nach anderen Systemen gebauter Apparate in Gebrauch, welche für die Zwecke der speziellen Gymnastik dienen. Unter diesen sind besonders die von KRUKENBERG angegebenen Pendelapparate und das damit verbundene System von Widerstandsapparaten zu nennen, welche von den verschiedensten Fabrikanten in mehr oder weniger modifizierten Modellen in den Handel gebracht werden.

Neben den genannten Systemen gibt es eine ganze Anzahl einfacher Vorrichtungen, welche ihres niedrigen Preises wegen für einzelne Kranke angeschafft werden können, allerdings aber auch weniger vollkommen ihren Zweck erfüllen. Indessen wäre es verkehrt, darum, weil die komplizierten und kostspieligen Apparate im Gegensatz zu den einfachen und improvisierten genauer nach physiologischen Gesetzen arbeiten und die Arbeitsleistung zu bestimmen gestatten, über die einfacheren Vorrichtungen zur Vornahme der Gymnastik ohne weiteres den Stab zu brechen. Diese werden damit nicht überflüssig, und es ist daher erforderlich, hier neben den komplizierteren Systemen auch die einfacheren gymnastischen Apparate zu schildern und zu würdigen.

Die maschinelle Gymnastik hat in Deutschland besonders unter dem Drucke der Unfallgesetzgebung Verbreitung gefunden. Seitdem die Unfallverletzten kein wesentliches pekuniäres Interesse an der Herstellung ihrer Erwerbsfähigkeit mehr haben, muß ihnen die vollständige funktionelle Heilung möglichst bequem gemacht werden. Ferner muß bei den Unfallverletzten, die vielfach lieber Krüppel bleiben und eine Unfallrente und den Verdienst der Frau verzehren resp. auch vertrinken, und die häufig gegen eine auf Herstellung ihrer Arbeitsfähigkeit gerichtete Behandlung a priori sich renitent verhalten, meist von allen energischeren oder operativen Eingriffen abgesehen werden, die Behandlung muß vielmehr, um eine vorzeitige Abbrechung des Heilverfahrens seitens des Verletzten zu verhüten, möglichst schonend und schmerzlos gehandhabt werden, wie das mit den maschinellen Vorrichtungen sich am besten ermöglichen läßt. Auf

der anderen Seite haben die Berufsgenossenschaften ein wesentliches Interesse an der Herstellung möglichster Arbeitsfähigkeit der Verletzten und scheuen zur Erreichung dieses Zieles auch größere Geldopfer nicht. So kommt es, daß die Institute zur Behandlung Unfallverletzter, in denen mit maschineller Heilgymnastik gearbeitet wird, sich immer mehr vermehren, und daß auch die Krankenhäuser sich allenthalben mit mehr oder weniger kostspieligen Apparaten zur Nachbehandlung Unfallverletzter versehen.

In den Zanderschen Instituten werden außer orthopädischen Leiden und den Folgen von Verletzungen besonders Stoffwechsel- und Zirkulationskrankheiten mit gutem Erfolge behandelt, und es sind deshalb besonders in letzter Zeit in den verschiedensten Kur- und Badeorten mediko-mechanische Institute errichtet worden, welche im Verein mit anderen physikalischen Heilmethoden derartige Affektionen behandeln.

Wir teilen die maschinelle Heilgymnastik wieder in eine allgemeine und spezielle ein, ohne indessen den unter der einen Gruppe abgehandelten Apparaten die Fähigkeit, unter der anderen verwandt zu werden, absprechen zu wollen. Wie jede Muskelgymnastik nicht ohne Einfluß auf den Organismus als Ganzes bleiben kann, so können auch umgekehrt die für die allgemeine Gymnastik konstruierten Apparate sich für die spezielle Gymnastik als brauchbar erweisen. Besonders gilt das von den Zanderschen Apparaten.

Allgemeine maschinelle Gymnastik.

Die allgemeine maschinelle Gymnastik findet besonders bei Stoffwechsel- und Zirkulationsstörungen Verwendung. Namentlich für ältere Leute mit Degenerationsprozessen an den Kreislaufsorganen sind die Zanderschen Apparate wegen der Möglichkeit, bei ihrer Anwendung die Uebung mit Schonung zu paaren, vorzüglich geeignet. Bei den Zanderschen Apparaten werden fast alle Uebungen von bequemen Ausgangsstellungen aus, meist im Sitzen oder Liegen vorgenommen, niemals wird die ganze Körpermuskulatur gleichzeitig in anstrengende Tätigkeit versetzt. Bei der Fettsucht, bei Diabetes, bei Herzleiden, besonders Myocarditis und Fettherz, ferner bei chronischer Obstipation und bei einer Reihe nervöser Erkrankungen hat die Behandlung mit den Zanderschen Apparaten nachgewiesenermaßen gute Erfolge aufzuweisen.

Zander teilt seine Apparate ein in

1) Apparate für aktive Bewegungen,
2) „ „ passive „
3) „ „ mechanische Einwirkungen,
4) orthopädische Apparate.

Die letzteren sind zu den redressierenden Manipulationen zu rechnen und werden hier kurz gewürdigt werden.

Apparate für aktive Bewegungen.

Die Apparate für aktive Bewegungen sind so konstruiert, daß der zu überwindende Widerstand allmählich zunimmt und ebenso allmählich wieder abnimmt. Die Größe des Widerstandes ist weiterhin durch Gewichte genau zu dosieren. Die allmähliche Zunahme und Ab-

nahme des Gewichtes stützt sich auf zwei Gesetze: das Hebelgesetz und das SCHWANNsche Gesetz. ZANDER betrachtet die Muskeln als Hebel, welche auf den Knochen, an welchem sie ansetzen, einwirken und dabei ihre Kraft je nach dem Winkel, welchen sie mit dem Knochen bilden, variieren. Nach dem SCHWANNschen Gesetze ist die absolute Kraft des Muskels um so geringer, je mehr derselbe sich schon kontrahiert hat. Diesen beiden Gesetzen sucht ZANDER bei Abmessung der Widerstände teils durch Berechnung, teils durch praktische Versuche gerecht zu werden. Ich habe a. a. O.[1]) gezeigt, daß diese theoretischen Berechnungen ZANDERS durch eine ganze Anzahl Fehlerquellen hinfällig werden. Erstens arbeiten nur die wenigsten Muskeln streng nach dem Hebelgesetze. Besonders die Strecker laufen, wie schon H. v. MEYER gezeigt hat, über Gleitrollen, durch welche ihr Kraftmoment in nahezu allen Phasen der Bewegung das gleiche bleibt. Die Muskeln wirken also mehr oder weniger wie der Zug eines Gewichtes an einer Rolle. Bei den vielgelenkigen Muskeln wird der Einfluß des SCHWANNschen Gesetzes durch die Stellung der Nachbargelenke modifiziert. Noch unberechenbarer und schwerwiegender wird der Einfluß des SCHWANNschen Gesetzes bei Atrophie oder Degeneration der Muskeln. Ferner ist bei den Bewegungen die Eigenschwere des Gliedes, die bald eine Bewegung erschwert, bald fördert, in Rechnung zu ziehen. Endlich aber ist zu berücksichtigen, daß die Bewegung eines Gliedes nie durch einen einzelnen Muskel bewirkt wird, sondern daß bei jeder Bewegung eine ganze Reihe von Muskeln teils als Synergeten, teils als Antagonisten in Tätigkeit treten. Das Wechselspiel dieser Muskeln ist ein außerordentlich mannigfaltiges, ihr mechanischer Effekt ändert sich je nach der Gliedstellung, von einer rotatorischen allmählich in eine streckende oder abduzierende oder beugende übergehend. Bei komplizierteren Bewegungen, wie z. B. denen des Rumpfes oder denen in den Arthrodieen, ist der Einfluß der zahlreichen in Tätigkeit tretenden Muskeln ein so mannigfaltiger, daß eine theoretische Berechnung desselben auch für einen mittleren Normalmenschen vollständig ausgeschlossen ist.

Die theoretischen Voraussetzungen, auf welchen die ZANDERschen Apparate basieren, sind daher nicht oder nur teilweise zutreffend. Immerhin aber halte ich die Art der Anordnung der Widerstände bei den ZANDERschen Apparaten für eine naturgemäße, deshalb, weil das allmähliche Anschwellen und Abschwellen der Kraft dem physiologischen Innervationstypus entspricht, wie er sich bei der Atmung und anderen mehr oder weniger unbewußten Bewegungen widerspiegelt.

Von den ZANDERschen Widerstandsapparaten geben Fig. 77 und 78 Beispiele. Eine Sonderstellung unter denselben nehmen einzelne Apparate ein, bei welchen ein Schwungrad oder ein Schwungarm in Anwendung gezogen wird. Hier wird die einmal eingeleitete Bewegung durch die Trägheit der schwingenden Masse unterstützt. Solche Apparate sind die für Armschleudern, Armwechseldrehen, Fußkreisen, der Velozipedapparat und der Apparat für Fußbeugen und -strecken. Die Apparate nähern sich dadurch in ihrer Wirkung denen für passive Bewegungen.

---

1) KRUKENBERG, Lehrbuch der mechanischen Heilmethoden.

Apparate für passive Bewegungen.

Bei den Apparaten für passive Bewegungen wird die Bewegung dem Körper durch die Kraft einer Dampfmaschine mitgeteilt. Solche Apparate sind die für passive Finger- und Handgelenksbewegungen und die Apparate für Beckenhebung, Rumpfdrehung und Brustweitung. Die Apparate für Balancierbewegungen werden gleichfalls durch eine Maschine in Tätigkeit gesetzt, jedoch muß hier der Uebende aktive Rumpfbewegungen zur Erhaltung des Gleichgewichts ausführen.



Fig. 77.

Apparate für mechanische Einwirkungen.

Unter den Apparaten für mechanische Einwirkungen haben diejenigen für Erschütterungsbewegungen die größte Bedeutung durch ihren Einfluß auf das Herz und Zirkulationssystem (Abnahme der Pulsfrequenz, Erhöhung der Arterienspannung, Blutdrucksteigerung), sowie ihre reizmildernde Wirkung bei Neuralgien. Durch die Apparate für Hackbewegungen, Knetbewegungen, sowie Streichungs- und Walkungsbewegungen soll die Wirkung der Massage mehr oder weniger ersetzt werden. Daß eine solche maschinelle Einwirkung der manuellen

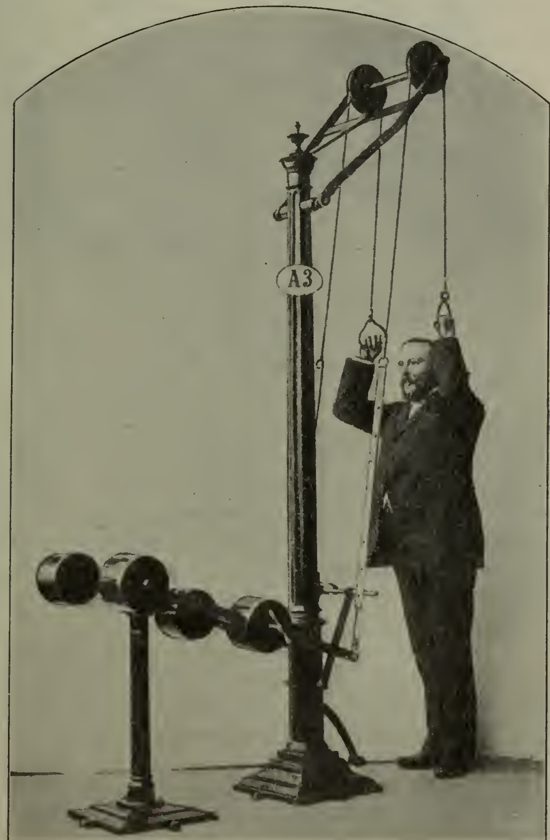


Fig. 78.

Massage nicht annähernd gleichwertig sein kann, liegt auf der Hand.

Teils von Mechanikern, teils von Aerzten ist eine Anzahl von Apparaten konstruiert worden, welche einen billigen Ersatz für die Zanderschen Apparate bilden sollen. Unter diesen sind z. B. die Hönigschen Apparate für passive Bewegungen und mechanische Einwirkungen zu nennen, neben welchen Hönig eine Reihe aktiver Bewegungsapparate eingeführt hat, welche unter Verwendung von Handwerkszeugen zur imaginären Verrichtung irgend einer Gewerbstätigkeit dienen sollen. Vom wissenschaftlich-medizinischen Standpunkt aus betrachtet sind derartige Apparate natürlich wertlos.

Ferner hat Herz eine Reihe von Apparaten konstruiert, welche sich neben einer Anzahl technischer Fehler durch die Verwendung eines Exzenters von den Zanderschen aktiven Bewegungsapparaten

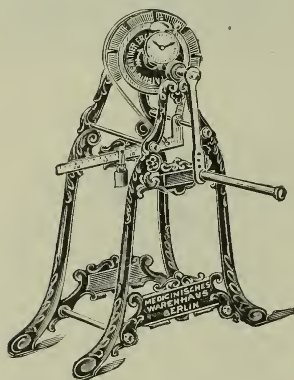


Fig. 79.

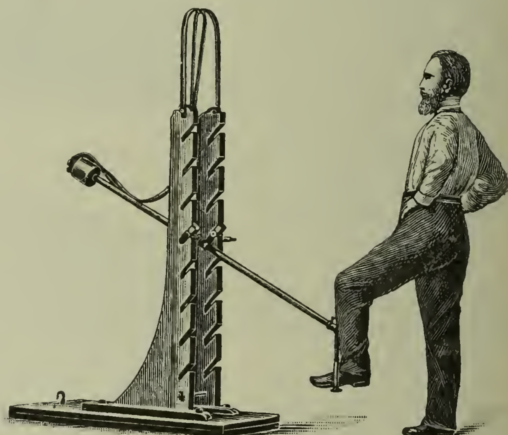


Fig. 80.

unterscheiden. Ich habe an anderem Orte gezeigt, daß die Prinzipien des Herzschen Systems der Heilgymnastik zum größeren Teil von anderen entlehnt sind und daß seine Apparate im wesentlichen eine Kombination der Zanderschen und Krukenbergschen Apparate zum Teil unter Verwendung von diesen verlassener Konstruktionsarten darstellen. Seine Berechnung des Gelenkmuskeldiagramms kann einer genaueren Prüfung nicht standhalten. Aber selbst wenn dieselbe einwandsfrei wäre, würde die darauf basierende Abmessung der Widerstände infolge der Vernachlässigung der Trägheit des in Bewegung gesetzten Apparates hinfällig werden.

Schließlich müssen noch eine Anzahl gymnastischer Apparate erwähnt werden, welche den Vorzug haben, daß sie mit geringen Kosten herzustellen, überall leicht zu montieren und dabei zu einer großen Anzahl von Bewegungen zu verwenden sind. Unter diesen sind die meisten (der Burlotsche Schrank, der Bergsteigeapparat, der Diehlsche Apparat, der Apparat „Sanitas“, der Apparat von Pelizaeus, Hoffa u. a.) so konstruiert, daß ein an einer Schnur aufgehängtes Gewicht gehoben und gesenkt wird, und daß die

Bewegungsrichtung durch Zwischenschalten von Rollen in eine Zugrichtung nach oben, unten oder der Seite modifiziert wird. Bei anderen Apparaten werden Kurbeln gedreht und der Widerstand durch eingeschaltete Reibung geleistet, so beim Pantagon von NYKANDER, beim GÄRTNERschen Ergostat (Fig. 79) und dem Zimmerrad nach JACOB. Bei diesen Apparaten bleibt sich der Widerstand im wesentlichen immer gleich. Bei anderen wieder wird ein Gewicht an einem Hebel gehoben, der Widerstand nimmt also allmählich zu und ab, so z. B. an dem Dynamostat von FUNKE (Fig. 80). Wenig zu empfehlen sind die sogenannten Muskelstärker, bei welchen der Widerstand durch

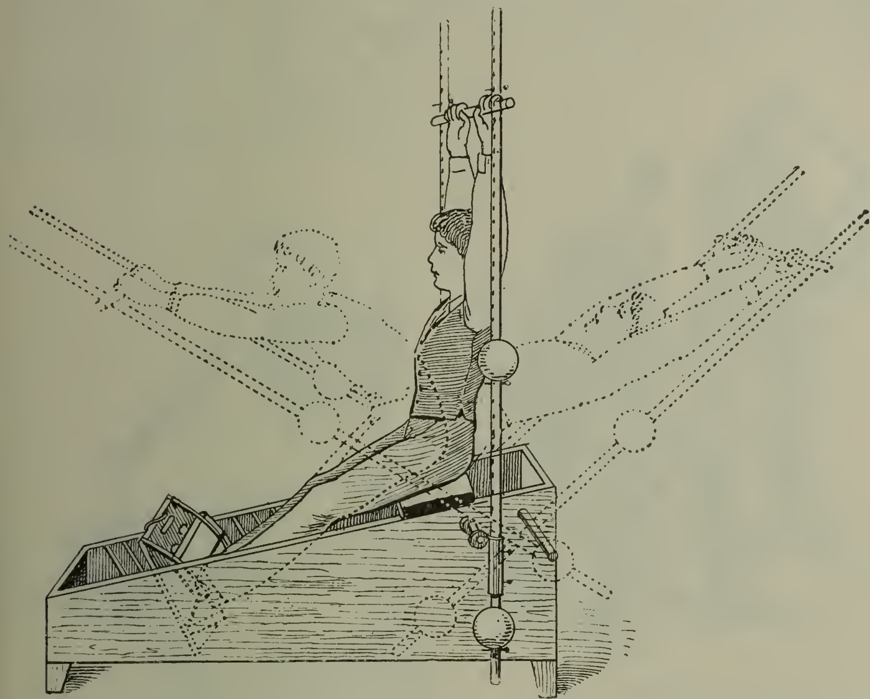


Fig. 81.

die Elastizität eines Gummischlauches geleistet wird, und sich infolgedessen immer mehr steigert, je mehr der Patient den Schlauch dehnt. Ein recht zweckmäßiger Widerstandsapparat ist dagegen der von BEELY angegebene Ruderapparat für Skoliotische (Fig. 81), bei welchem gleichzeitig mit der größten Anstrengung der Rückenmuskulatur eine Extension an der Wirbelsäule ausgeübt wird.

Spezielle maschinelle Gymnastik.

Die Apparate für spezielle maschinelle Gymnastik dienen zur Behandlung von Funktionsstörungen des Bewegungsapparates und zwar zur Behandlung von Gelenksteifigkeiten (passive Bewegungsapparate) oder zur Behandlung von Muskelatrophien (Widerstandsapparate). Zwischen beiden stehen ihrer Wirkung nach die Selbstbewegungsapparate.

Für die Konstruktion solcher Apparate ist besonders zu beachten, daß sie ihre Wirkung nur auf ein Gelenk beschränken, ferner, daß sie das zu behandelnde Glied genügend fixieren und endlich, daß ihre Bewegungsachse mit der physiologischen Bewegungsachse des zu bewegenden Gelenkes zusammenfällt.

Apparate für passive Bewegungen.

Die Bewegung kann dem Gliede bei den Apparaten für passive Bewegungen durch eine Maschine mitgeteilt werden, welche die Handhabe bewegt, an welcher das Glied befestigt ist, wie bei den Zanderschen Apparaten, oder aber die bewegende Kraft wird dem Apparat durch die Hand einer zweiten Person mitgeteilt; als Handhabe wird am häufigsten ein Schwungrad benutzt, mit welchem das zu bewegende Glied fest verbunden wird (Fig. 82).

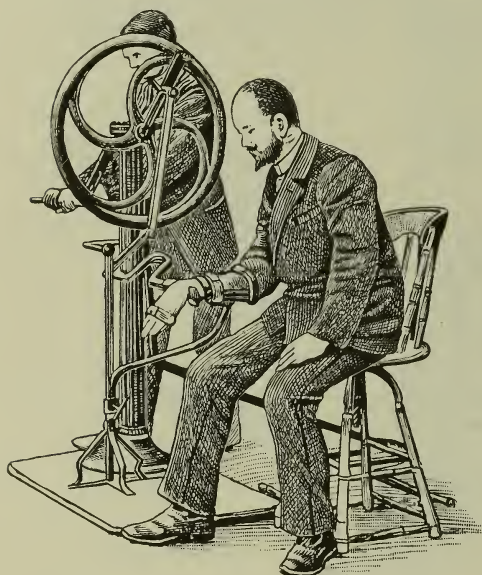


Fig. 82.

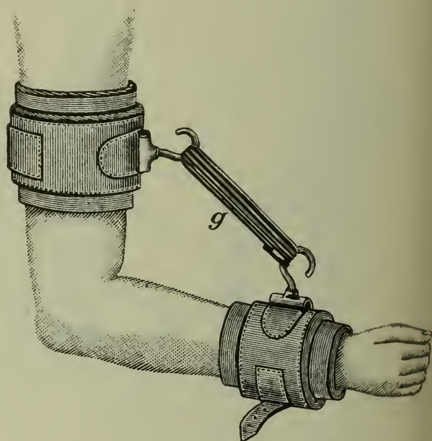


Fig. 83.

Ein Nachteil aller dieser Apparate besteht darin, daß das erkrankte Glied in den auf eine bestimmte Bewegungsexkursion eingestellten Apparat eingespannt wird, ohne daß auf die Empfindlichkeit desselben Rücksicht genommen wird. Die Bewegung kann daher einerseits mit zu roher Gewalt durch die Maschine erzwungen werden, oder sie kann bei zu gering eingestellter Exkursionsweite wirkungslos sein. Nicht ganz frei von diesem Fehler sind auch die folgenden Apparate, bei welchen eine mehr allmähliche Stellungsänderung des Gelenkes erzielt wird. Bei diesen Apparaten wird nur eine einmalige, sich allmählich steigernde Gewalt auf das Glied ausgeübt. Solche Apparate sind die durch elastischen Zug wirkenden, z. B. die Reibmayrschen Bewegungsapparate, von welchen Fig. 83 ein Beispiel zeigt, oder der Hoffasche Apparat zur Mobilisierung der Grundgelenke der Finger, bei welchem an einem sog. Mädchenfänger ein elastischer Zug angebracht wird (Fig. 84), oder die Umwickelung der Hand mit einer elastischen Gummibinde nach Krukenberg zur

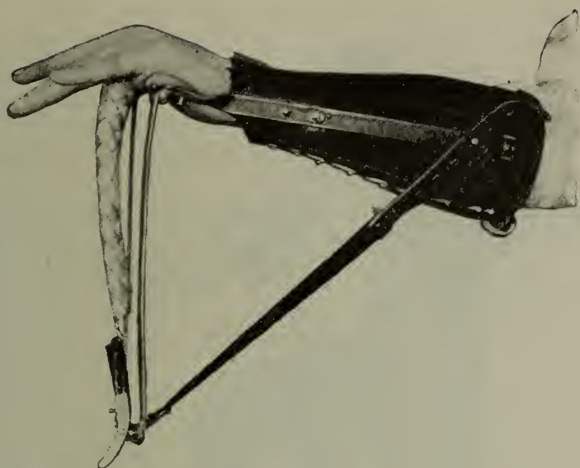


Fig. 84.

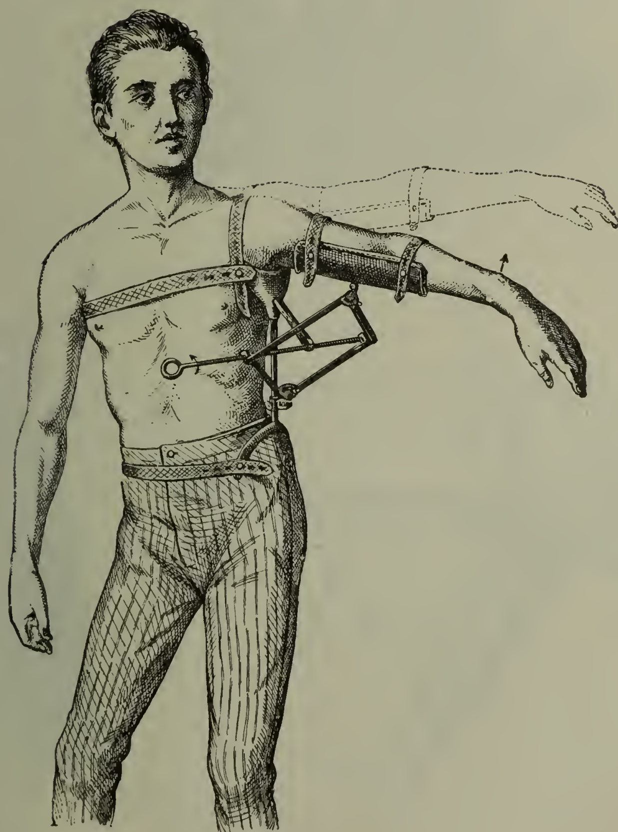


Fig. 85.

Erzielung des Faustschlusses. Durch Schraubendruck wirkt der HOFFAsche Apparat zur Mobilisierung des Schultergelenkes, bei welchem eine sog. Nürnberger Schere den Oberarm vom Rumpf

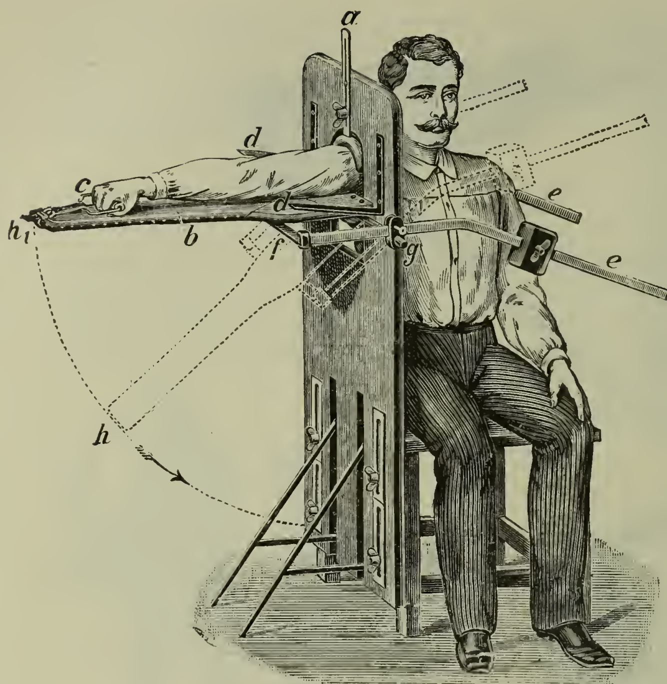


Fig. 86.

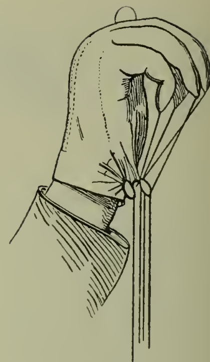


Fig. 87.

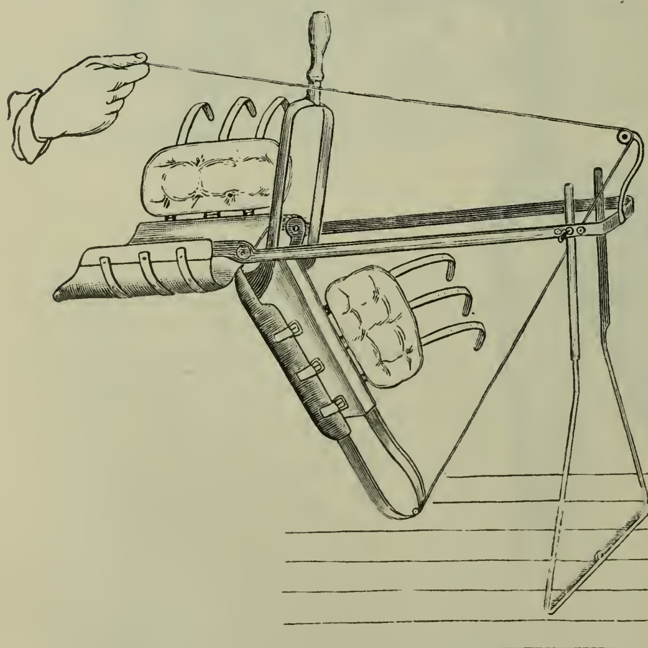


Fig. 88.



Fig. 89.

abduziert (Fig. 85). Durch die Schwerkraft angehängter Gewichte wirkt der BEELYsche Apparat zur Mobilisierung des Schultergelenkes (Fig. 86) und der KRUKENBERGsche Handschuh zur Mobilisierung der Fingergelenke (Fig. 87).

Schonender als in diesen Vorrichtungen läßt sich die Mobilisierung versteifter Gelenke vornehmen vermittelst der

Selbstbewegungsapparate.

Die Selbstbewegungsapparate haben vor den rein passiven Bewegungsapparaten den großen Vorzug, daß der Patient selbst das Maß der Bewegung bestimmen kann, daß also nur bis zur Grenze der Schmerzhaftigkeit gegangen wird und daß stärkere Reize auf das Gelenk vermieden werden. Hierher gehört die schon oben S. 187 erwähnte Methode der Selbstbewegung im Extensionsapparat nach BARDENHEUER. Diese Methode ist besonders darum zu empfehlen, weil bei ihr durch die gleichzeitige Distraktion des Gliedes die Empfindlichkeit des Gelenkes außerordentlich herabgesetzt wird. Man kann bei Frakturen auf keine andere Art so früh Bewegungsversuche machen lassen, wie nach der BARDENHEUERschen Methode. Ferner gehören hierher die bekannten BONNETschen Bewegungsapparate, von welchen Fig. 88 ein Beispiel zeigt. Ein einfacher, sehr zweckmäßiger Bewegungsapparat für die Schulter ist der der Schweberinge, welcher aus Fig. 89[1]) ohne weiteres verständlich ist.

Auch vermittels eines Sandsackes, welcher an einer über eine Rolle gleitenden Schnur hängt, läßt sich leicht ein zweckmäßiger Selbstbewegungsapparat für das Schultergelenk herstellen.

Eine besondere Stellung unter den Selbstbewegungsapparaten nehmen die von KRUKENBERG konstruierten

Pendelapparate

ein. Während bei den beschriebenen Selbstbewegungsapparaten die gesunde eine Extremität die passiven Bewegungen der erkrankten anderen einleitet, werden bei den Pendelapparaten die Bewegungen durch die Muskeln des erkrankten Gliedes selbst hervorgerufen. Bei den Pendelapparaten wird durch die Muskeln des erkrankten Gelenkes selbst eine anfangs geringe Bewegung veranlaßt; diese erhält sich durch die Trägheit des Pendels und wenn der Patient dem Apparate in regelmäßigen Intervallen immer wieder kleine Bewegungsimpulse mitteilt, so addieren sich diese zu einander und vermehren dadurch die Exkursion der Gelenkbewegungen immer mehr. So kann der Patient auch bei fast vollständig unbeweglichem Gelenke in dem Pendelapparat allmählich ziemlich ausgiebige Schwingungen zu stande bringen. Es liegt hier eine eigenartige Verschmelzung von aktiver und passiver Bewegung vor, eine außerordentlich zweckmäßige Ausnutzung der noch erhaltenen, wenn auch noch so geringfügigen Muskelkraft. Im Pendelapparat wird die durch die einzelnen aktiven Bewegungen in dem steifen Gelenk erzeugte mechanische Kraft erhalten und aufgespeichert durch die Trägheit des Pendels. Die anfänglich geringen aktiven Bewegungen summieren sich und kommen

---

1) Die Abbildungen 89, 90, 91 und 93 sind aus KRUKENBERG: Lehrbuch der mechanischen Heilmethoden entlehnt.

nunmehr als passive Bewegungen zu erneuter, energischer Wirkung. Dadurch, daß im Pendelapparat die geringste noch erhaltene Kraft sich entfalten kann, wird der Inaktivitätsatrophie der Muskeln ebenso wirksam wie der Versteifung des Gelenkes entgegengearbeitet.

Einen besonderen Vorzug haben die Pendelapparate bei der Behandlung der paralytischen Kontrakturen. Hier übernimmt der Rückschlag des Pendels die Rolle der gelähmten Antagonisten und gleicht durch die Beseitigung des Verkürzungsrückstandes die Nachteile der aktiven Bewegungen der noch erhaltenen Muskeln aus. Es wird also durch die Pendelübungen in sehr zweckmäßiger Weise der paralytischen Kontrakturstellung entgegengearbeitet.

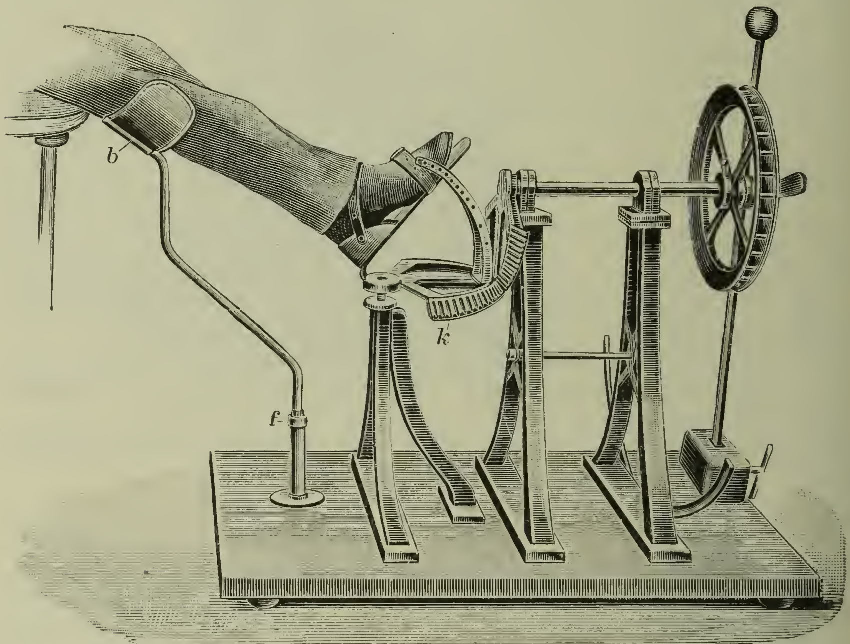


Fig. 90.

Es gibt allmählich eine sehr große Anzahl von „Systemen" von Pendelapparaten, welche von den verschiedensten Firmen hergestellt werden und sich teilweise durch recht praktische Konstruktion auszeichnen. Die Fig. 90 und 91 geben Beispiele von Pendelapparaten. Bezüglich der Konstruktion ist zu bemerken, daß, während bei allen sonstigen Bewegungsapparaten auf eine möglichst exakte Fixation des zentralen Gliedteiles Wert zu legen ist, bei den Pendelapparaten eine absolute Fixation nicht zweckmäßig ist. Fixiere ich z. B. bei einer hochgradigen Kontraktur des Kniegelenkes den Oberschenkel absolut fest, so kommen keine ergiebigen Pendelschwingungen zu stande und die am Gelenk angreifende Kraft ist zu gering, lasse ich dagegen dem Oberschenkel einen geringen Spielraum, so kann durch Mitbewegungen im Hüftgelenk selbst bei vollständiger Versteifung des Kniegelenkes auf dieses ein Zug ausgeübt werden. Indessen ist bei dem Spielraume, welcher dem zentralen Gliedteile gelassen wird, zu

beachten, daß die Mitbewegungen nur in dem Sinne zugelassen werden, in dem sie die Behandlung unterstützen. So wird z. B. bei Kontraktur des Fußgelenkes in Plantarflexion der Apparat so eingestellt, daß bei der Plantarflexion durch Erheben des Knies der dem Fußgelenk erteilte Bewegungsimpuls unterstützt werden kann, während bei dem Rückschlag in Dorsalflexion der auf den Stuhl oder die Beinlade gestützte Unterschenkel nicht ausweichen kann. Ebenso fixieren wir

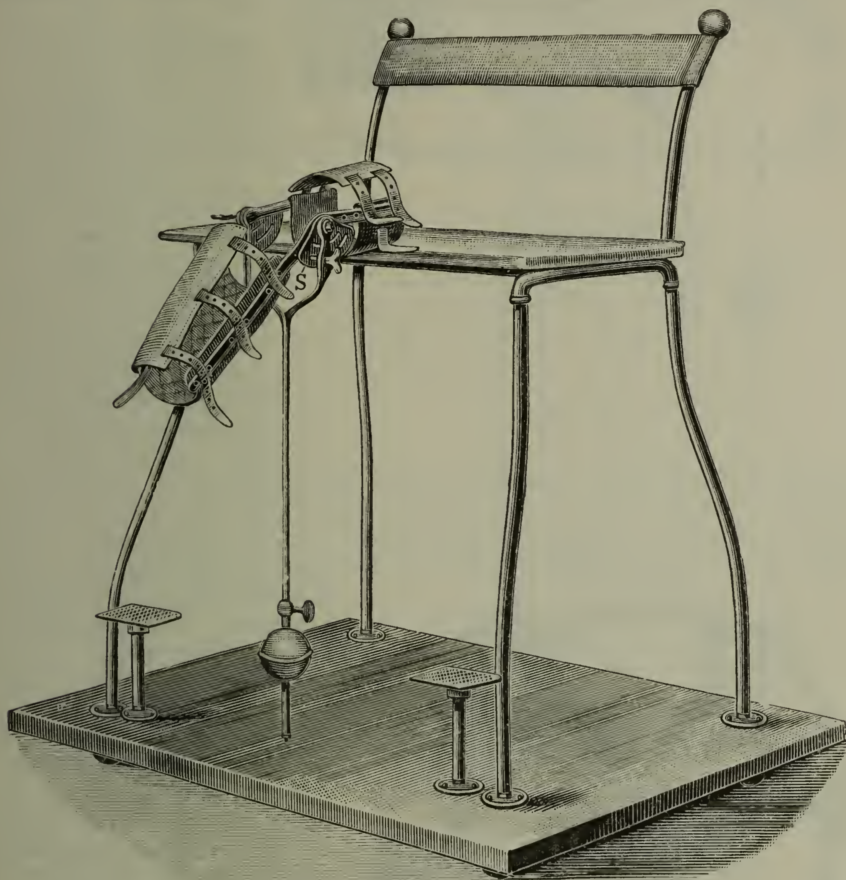


Fig. 91.

bei Beugekontraktur der Hüfte das gesunde Bein in starker Beugestellung, so daß wohl bei der Beugung des Hüftgelenkes Mitbewegungen gemacht werden, bei der durch den Rückschlag des Pendels herbeigeführten Streckung aber die Beckensenkung vermieden wird. — Wo Kontrakturen bestehen, ist bei allen Pendelübungen der Uebende so zu setzen, daß schon in der Ausgangsstellung die Gelenkstellung möglichst korrigiert wird. So wird z. B. in dem Apparat Fig. 90 der Patient bei Klumpfuß so gesetzt, daß der Fuß schon in der Ausgangsstellung in Plattfußstellung herumgezogen wird, und daß, während der Patient aktiv die Klumpfuß-

stellung wieder herzustellen sucht, das Pendel dieselbe bei seinem Rückschlag immer weiter korrigiert.

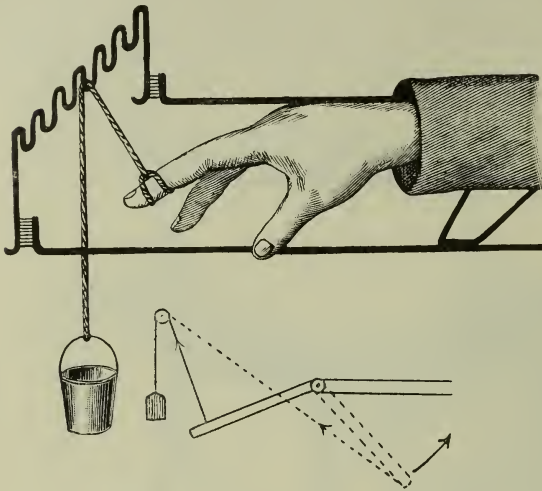


Fig. 92.

Apparate für aktive Bewegungen.

Unter den Apparaten für aktive Bewegungen sind in erster Linie die schon erwähnten ZANDERschen zu nennen, welche nach dem Hebelprinzip arbeiten und bei welchen also der Widerstand allmählich zunimmt und wieder abschwillt. In ähnlicher Weise kann auch der Dynamostat FUNKES verwendet werden. Ein recht einfacher Widerstandsapparat ist der THILOsche, bei welchem gleichfalls durch Heben eines Gewichtes ein allmählich zu- und wieder abnehmender Widerstand überwunden wird (Fig. 92). Daß es einen Apparat, welcher genau der physiologischen Zu- und Abnahme der Kraft bei den einzelnen Bewegungen entspricht, nicht geben kann, am allerwenigsten bei pathologischen Veränderungen der Muskeln, habe ich oben auseinandergesetzt. Bei Entartung der Muskeln ist oft das SCHWANNsche Gesetz das allein ausschlaggebende, und der Muskel ist oft zu einer weiteren Bewegung des Gliedes nicht mehr fähig gerade in der Gelenkstellung, die nach dem Hebelgesetz die günstigste sein sollte. — Von diesen Erwägungen ausgehend habe ich ein System von Widerstandsapparaten konstruiert, bei welchen der gesetzte Widerstand in jeder Phase der Bewegung der gleiche bleibt und auf ein Minimum herabgesetzt werden kann. Der Widerstand wird hier durch ein Gewicht, welches an einem Rade hängt, ge-

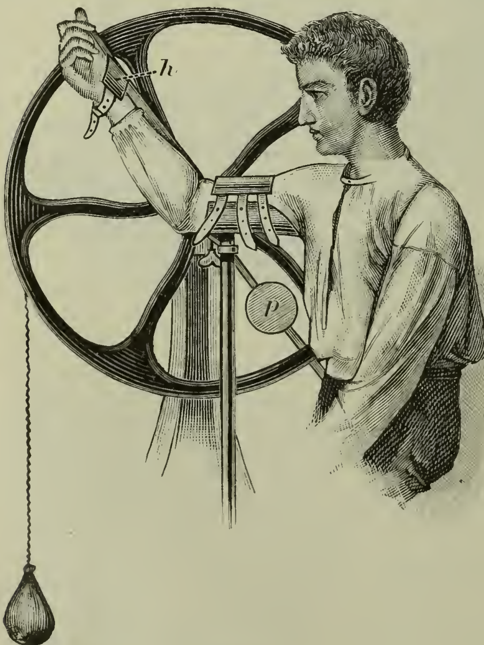
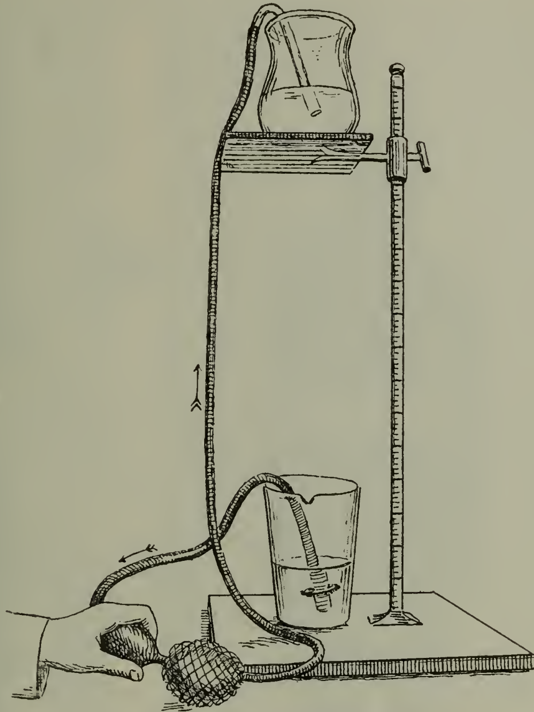


Fig. 93.

leistet. Das zu bewegende Glied wird mit dem Rade in feste Verbindung gebracht und sowohl das Gewicht der Handhabe, als auch das Eigengewicht des Gliedes kompensiert, so daß die an dem Gelenk ansitzenden Muskeln nur den beliebig zu dosierenden Widerstand der angehängten Gewichte zu überwinden haben (Fig. 93). Auf diese Weise ist es bei Paresen möglich, daß einzelne Bewegungen im Widerstandsapparat ausgiebiger geschehen, als wenn sie frei ausgeführt werden. So kann z. B. bei geringer Kraft des Quadriceps oder bei Paresen im Hüftgelenk die Streckung des Knies bezw. Beugung der Hüfte ausgiebiger als sonst ausgeführt werden, weil die Muskeln von der Eigenschwere des Gliedes befreit sind. Bei stärkerer Muskelkraft haben die Apparate, wie alle Apparate, bei welchen der Widerstand der gleiche bleibt, den Nachteil, daß die Bewegungen leicht in schleudernde ausarten. Bei einzelnen dieser Apparate wird das zum Anhängen der Gewichte bestimmte Rad mit einem Pendel kombiniert und dient, wenn der Apparat als Pendelapparat benutzt wird, als Sektorenschiene zur Feststellung der Ausgangsstellung der Pendelübungen (s. Fig. 90).


Fig. 94.

Zur Stärkung des Faustdruckes sind eine Anzahl einfacherer Apparate in Gebrauch. So benutzt Ritschl beschwerte Holzcylinder von verschiedener Stärke, welche vom Patienten gehoben werden. Ich bediene mich zu dem gleichen Zweck des in Fig. 94 abgebildeten Apparates, bei welchem die Größe des gesetzten Widerstandes durch die Höhe der Wassersäule, welche emporgetrieben wird, bestimmt wird. Als Handhabe gilt ein einfaches Doppelgebläse. Zabludowsky benutzt einfache gelochte Gummibälle, welche von dem Patienten zusammengedrückt werden, während bei dem Patzeltschen Fingerübungsapparate der Bewegung ein federnder Widerstand entgegengesetzt wird.

III. Redressierende Manipulationen.

Unter redressierenden Manipulationen verstehen wir die Vornahme einer besonderen Art von Bewegungen, welche sich von den vorigen dadurch unterscheiden, daß ihre Richtung nicht immer mit der physiologischen Achse der Bewegungen



Fig. 95.



Fig. 96.

in einem Gelenk zusammenfällt. Durch die redressierenden Bewegungen sollen geschrumpfte Weichteile allmählich gedehnt und dadurch einer Deformität entgegengearbeitet werden. Die redressierenden Manipulationen haben daher besondere Bedeutung als vorbereitende Operationen zur Vornahme korrigierender Verbände; als solche sind sie nicht zu entbehren, während sie allein, ohne daß durch veränderte Inanspruchnahme die statischen

Verhältnisse in dem betreffenden Skeletteile verändert werden, eine Heilung einer Deformität kaum bewirken können.

Wie andere Bewegungen, so können wir auch die redressierenden Manipulationen einteilen in aktive und passive, in manuelle und maschinelle. — Aktive redressierende Manipulationen können durch forcierte Muskelkraft vorgenommen werden. Hierher



Fig. 97.

gehört z. B. die aktive Ausgleichung leichter Skoliosen unter Leitung des Auges (Spiegelbild). Gewöhnlich wird bei den aktiven Redressionen die Muskelkraft unterstützt durch besondere, gleichzeitig herbeigeführte statische Verhältnisse, durch die im Sinne der beabsichtigten Korrektion wirkende Schwerkraft. So wird willkürlich die Plattfußstellung korrigiert, wenn der Patient sich mit stark nach innen gedrehten Füßen auf die Fußspitze erhebt und dabei den inneren Fußrand hebt, so daß die Schwerlinie möglichst nach außen fällt.

Hierher gehört ferner die aktive Redression des Genu valgum, welche wiederum durch künstliche Varusstellung des Fußes erleichtert wird. Hoffa gibt zur aktiven Selbstredression der Skoliose folgende Vorschrift: Die Patientin stellt, eine habituelle rechtskonvexe Brust- und linkskonvexe Lendenskoliose angenommen, ihr rechtes Bein etwas abduziert und nach vorn, während das linke Bein fest durchgedrückt wird. Die linke Hand liegt auf dem Kopfe, der linke Ellenbogen wird möglichst nach links oben in die Höhe gedrückt. Die rechte Hand umfaßt die rechte obere Brustseite mit 4 Fingern nach vorn und dem Daumen nach hinten und sucht unter kräftigem Druck namentlich mit dem Daumen den Rippenbuckel einzudrücken. Ist diese Haltung eingenommen, so wird nach Kommando das rechte Bein im Kniegelenk kräftig gebeugt — dadurch senkt sich das Becken auf der rechten Seite und krümmt sich entsprechend die Lendenwirbelseite nach rechts um —, gleichzeitig aber schiebt das Kind seinen Oberkörper nach links und dreht die rechte Brustseite möglichst weit nach vorn,



Fig. 98.

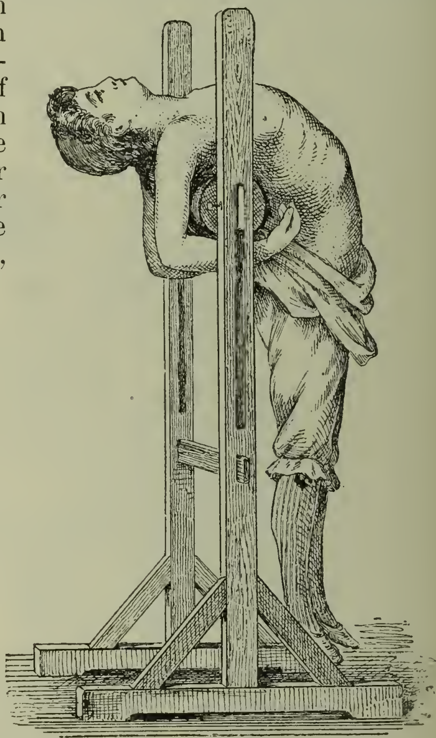


Fig. 99.

während das Becken möglichst unverrückt gehalten wird (Fig. 95 und 96). Die aktiven Redressionsübungen können auch durch Apparate erleichtert werden, z. B. durch elastische Züge, wie bei der redressierenden Gymnastik im Hoffaschen Redressionsrahmen (Fig. 97), wo die Korrektion der rechtskonvexen Brustwirbelskoliose teils durch den Zug des elastischen Gurts, teils durch die Kontraktion der rechtsseitigen Rumpfmuskulatur der Patientin geschieht.

Bei der passiven manuellen Redression geschieht die Geraderichtung durch seitlichen Druck auf die Höhe der Konvexität der Verbiegung, so bei der Korrektion des Genu valgum, bei der Korrektion des Klumpfußes und bei der modellierenden Redression der Cervikalskoliose (Caput obstipum) nach Lorenz (Fig. 98). Bei

kräftigerer Korrektion wird ein Keil gegen die Höhe der Konvexität vorgeschoben. So erreicht man eine ausgiebige Korrektion der Kyphose, wenn man sein Knie von hinten her zwischen die Schultern des Patienten vorschiebt und gleichzeitig die Schultern nach rückwärts zieht. Aehnlich wird bei der gewaltsamen Korrektion des Klumpfußes nach König der Fuß gewaltsam über einen dreieckigen Holzkeil als Hypomochlion hinweggehebelt. Solche Korrektionen unter Anwendung eines gegen die Verkrümmung gerichteten Widerlagers können auch vom Patienten selbst in mehr oder weniger hängender Lage eingeleitet werden, so z. B. bei Anwendung des Lorenzschen Wolms (Fig. 99) und des Zanderschen Apparates K 1 (Fig. 100).

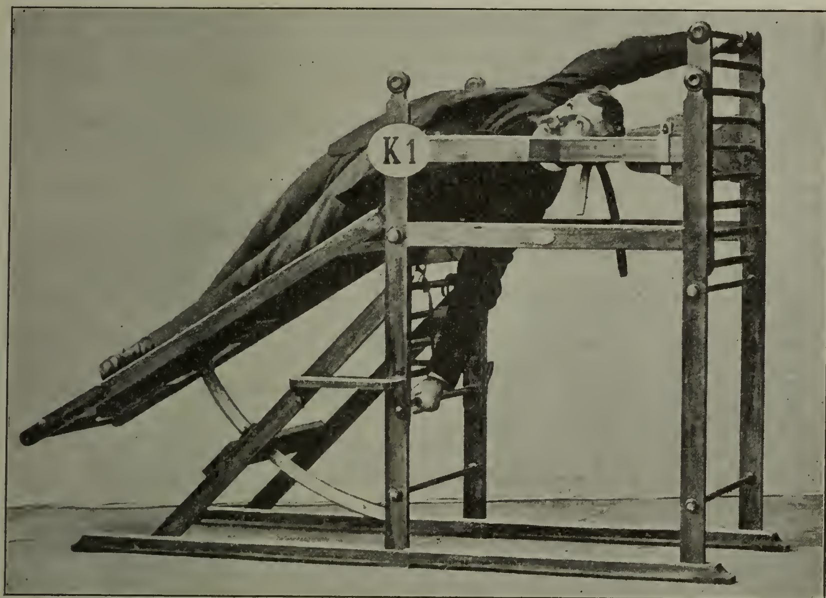


Fig. 100.

Die maschinelle Redression findet besonders bei der Skoliose Verwendung. Hier wird zur Streckung der Verkrümmung nicht nur ein seitlicher Druck, gewöhnlich durch Pelotten, angewandt, sondern auch gleichzeitig durch Extension (Distraktion) eine Streckung herbeigeführt. Apparate dieser Art sind der Beelysche Apparat zur gewaltsamen Geraderichtung der skoliotischen Wirbelsäule, der Barwell-Hoffasche Skoliosenapparat, der Hoffasche Detorsionsapparat, der Zandersche Brustkorbdreher, der Schulthesssche Redressionsapparat und andere Vorrichtungen, welche bei der Behandlung der Skoliose eine spezielle Besprechung erfahren.

Literatur.

Angerstein und **Eckler**, *Hausgymnastik für Mädchen und Frauen, 9. Aufl., Berlin, Herm. Paetel, 1896.*
Bardenheuer, B., *Die permanente Extensionsbehandlung, Stuttgart, F. Enke, 1889.*
Birch-Hirschfeld, *Die Bedeutung der Muskelübungen für die Gesundheit, Leipzig 1883.*
Bumm, A., *Massage und Heilgymnastik, 3. Aufl., Wien und Leipzig, Urban & Schwarzenberg, 1902.*
Duchenne, C. B., *Physiologie der Bewegungen. Deutsch von C. Wernicke, Leipzig, G. Thieme, 1885.*
Frenkel, H. S., *Die Behandlung der tabischen Ataxie mit Hilfe der Uebung, Leipzig 1900.*
Goldscheider, A., *Die Bedeutung der Reize für Pathologie und Therapie im Lichte der Neuronlehre, 1898.*
Derselbe, *Anleitung zur Uebungsbehandlung der Ataxie, Leipzig, G. Thieme, 1899.*
Goldscheider, A., und **Jacob, P.**, *Handbuch der physikalischen Therapie, Leipzig, G. Thieme, 1901.*
Herz, M., *Lehrbuch der Heilgymnastik, Berlin und Wien, Urban & Schwarzenberg, 1903.*
Hoffa, A., *Technik der Massage, 4. Aufl., Stuttgart, Fd. Enke, 1903.*
Hughes, *Lehrbuch der Atemgymnastik, Wiesbaden, J. F. Bergmann, 1889.*
Kleen, E., *Handbuch der Massage. Uebersetzt von G. Schütz, Berlin, G. Winkelmann, 1890.*
Krukenberg, H., *Lehrbuch der mechanischen Heilmethoden, Stuttgart, F. Enke, 1896.*
Landerer, A., *Mechanotherapie, Leipzig, F. O. W. Vogel, 1894.*
v. Meyer, H., *Statik und Mechanik des menschlichen Knochengerüstes, Leipzig, W. Engelmann, 1873.*
v. Mikulicz und **Tomasczewski**, *Orthopädische Gymnastik gegen Rückenmarksverkrümmungen, 2. Aufl., Jena, G. Fischer, 1904.*
v. Mosengeil, *Ueber Massage, deren Technik, Wirkung und Indikationen dazu, nebst experimentellen Untersuchungen darüber. Archiv f. klin. Chirurgie, 1876.*
Naegeli, O., *Therapie von Neuralgieen und Neurosen durch Handgriffe, Basel und Leipzig, C. Sallmann, 1894.*
Nebel, H., *Bewegungskuren mit schwedischer Heilgymnastik und Massage, Wiesbaden 1889.*
Reibmayr, A., *Technik der Massage, 4. Aufl., Wien, Töplitz & Deuticke, 1898.*
Rossbach, M. J., *Lehrbuch der physikalischen Heilmethoden, 2. Aufl., Berlin, A. Hirschwald, 1892.*
Schreber, M., *Aerztliche Zimmergymnastik, 29. Aufl., Leipzig, Fr. Fleischer, 1903.*
Thilo, O., *Uebungen. Sammlung klinischer Vorträge, No. 176, Leipzig, Breitkopf & Härtel, 1897.*
Wide, A., *Handbuch der medizinischen Gymnastik, Wiesbaden, J. F. Bergmann, 1897.*
Zabludowsky, J., *Technik der Massage, 2. Aufl., Leipzig, G. Thieme, 1903.*
Zander, G., *Die Apparate für mechanisch-heilgymnastische Behandlung und deren Anwendung, Stockholm 1893.*

Orthopädische Verbände und Apparate.

Von

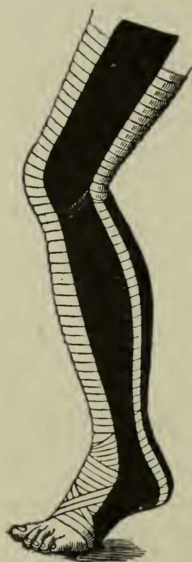
Geh. Sanitätsrat Dr. **L. Heusner**, Barmen.

1. Kontentif-Verbände.

Die einfachsten Verbände zur Feststellung schmerzhafter und geschwollener Gelenke und zur Kompression und Resorption entzündlicher Anschwellungen werden durch Umwickelung mit Binden hergestellt. Unsere Kenntnis dieses Verfahrens reicht zurück bis in die ältesten Zeiten, und wir finden bei den alten Schriftstellern die minutiösesten Vorschriften über die Art der Bindenführung, der Umschlagtouren u. s. w. Heutzutage nehmen wir es damit nicht mehr so genau; doch bildet die Bindeneinwickelung noch immer ein wichtiges Rüstzeug der Orthopädie. Bei den Klumpfüßen kleiner Kinder z. B., deren zarte Haut festere Verbandmittel noch nicht verträgt, kann man mit großem Nutzen zwischen den mehrmals täglich auszuübenden manuellen Redressionen den Fuß mit einer 2—3 Finger breiten Flanellbinde, deren Touren so geführt werden, daß sie den Außenrand gegen die äußere Wadenseite hinaufheben, in der korrigierten Stellung erhalten. v. Oettingen hat neuerdings wieder darauf aufmerksam gemacht, daß dies leichter gelingt, wenn das Knie gebeugt gehalten wird, und geraten, damit die Bindentouren nicht abrutschen, die Haut vorher mit einer Harzklebemasse zu bestreichen. Er führt die Binden von der Außenseite des Fußes über das horizontale Oberschenkelende nach einwärts, dann in einer Spiraltour um die hintere und äußere Wadenseite herum zum inneren Fußrande, unter der Sohle durch wieder zum äußeren Fußrande u. s. w. Ich komme auf das Klebeverfahren noch zurück und bemerke, daß ich schon vor Jahren das Bestäuben der Haut mit einer ähnlichen Harzklebemasse bei den leicht abrutschenden, fetten Kinderfüßchen zur Erleichterung der manuellen Redression empfohlen habe und auch sonst in ausgedehntem Maße zur Befestigung von Bindeneinwickelungen zur Anwendung bringe. Insbesondere bediene ich mich bei deformierendem Rheumatismus, Tumor albus, Hydrops chronicus, Verstauchungen und Schlottergelenk des Knies eines ähnlichen Verbandes, den ich nach langer Erfahrung dringend empfehlen kann. Ein $1\frac{1}{2}$ Spannen langes, dem Umfang des Beines entsprechendes Stück

weichen Filzes wird unter kräftigem Anziehen um die mit der Klebmasse bestäubte Haut der Kniegegend gespannt und mit einer weichen Flanellbinde, unter beständigem Nachstreichen mit der Hand, festgewickelt. Um dem Verband etwas mehr Steifheit zu geben und eine zu starke Kompression der Gefäße zu verhüten, werden hinten und seitlich einige Streifen von erweichter Pappe oder dem später zu beschreibenden Flechtwerk in die Touren aufgenommen; das Ganze wird mit einer Stärkebinde befestigt. Der Verband kann infolge des Anklebens auch bei korpulenten Personen nicht abrutschen, bewirkt eine wohltätige Kompression, verhindert stärkere Bewegungen und ermöglicht ambulante Behandlung, ähnlich dem Gibneyschen Heftpflasterverband bei Fußverstauchungen. Ferner werden in unserem Krankenhause improvisierte Leibbinden nach Bauchoperationen u. s. w. in der Regel auf die mit Klebemasse bestäubte Haut angelegt, und ähnlich verfahren wir bei den aus weichem Filz, Stärkebinden und verschiedenen Einlagen hergestellten Korsettverbänden bei Wirbelcaries u. s. w. Sehr empfehlenswert zur Herstellung einer leichten, elastischen Kompression ist auch die neuerdings in den Handel gekommene „Idealbinde", aus gekrausten, zarten Baumwollfäden gewebt, welche ihre angenehme Elastizität selbst nach langem Gebrauche und wiederholtem Waschen bewahrt.

Der Seutinsche Pappverband.


Fig. 101.

Einen erheblichen Fortschritt in der Verbandtechnik verdanken wir dem Brüsseler Prof. Dr. Seutin, welcher in den 40er Jahren des vorigen Jahrhunderts den sog. Pappverband einführte, indem er die Binden mit Stärkekleister bestrich und in Wasser erweichte Stücke Pappdeckel dazwischen schaltete (Fig. 101). Nach dem Erhärten, welches 1—2 Tage in Anspruch nahm, wurden auf diese Weise knapp anliegende, leicht komprimierende und gut stützende Hülsen erzielt, welche, der Länge nach aufgeschnitten, eine Revision des Gliedes, sowie eine Verengerung durch Ausschneiden von Längsstreifen bei eintretender Abmagerung gestatteten und so gut saßen, daß man sie ohne Bedenken zum Anhängen von Extensionsgewichten benutzen konnte. Gewiß würden diese vortrefflichen Verbände auch heute noch allgemein Verwendung finden, wenn sie nicht wegen der etwas umständlichen Herstellung und des langsamen Trocknens von dem bequemeren Stärkebinden- und Gipsverband verdrängt worden wären.

Stärkebinden-Verband.

Statt die Materialien selbst vorzubereiten, benutzen wir heute die überall käufliche gestärkte Gaze, welche sich mit einer Bindenschneidemaschine rasch und leicht in Streifen von beliebiger Breite zerlegen läßt. Die Binden müssen, wenn sie gut aufeinander haften sollen, nicht in kaltem, sondern in heißem Wasser eingeweicht und durch

Nachstreichen mit der Hand fest aufeinander gepreßt werden. Man kann so Verbände und selbst abnehmbare Kapseln von großer Leichtigkeit, Festigkeit und Dauerhaftigkeit erzielen, besonders wenn man stützende Einlagen aus Pappdeckel, Holzspan oder dergl. einfügt. Ich benutze 3—4 Finger breite Streifen aus Flechtwerk, ähnlich wie an den Rohrstühlen, welches zäher und schmiegsamer ist als Holzspan und welches ich durch den verstorbenen Geheimrat Thiersch kennen gelernt habe. Auf das Flechtwerk lege ich zur Erzielung noch größerer Stützkraft fingerbreite Streifen aus dünnem, biegsamem Bandstahl, welche in Matratzengurten eingenäht sind, damit sie besser zwischen den Binden haften. Helferich hat schon früher mit Zeug überzogene und mit Watte gepolsterte Metallstäbe zu Verbandzwecken verwendet; doch waren dieselben dicker und weniger biegsam als die unserigen. Steudels Aluminiumstreifen sind unbequemer zu handhaben, drücken und verschieben sich leichter. Wir lassen uns diese nützlichen Schienen, die sich mit den Händen allen Unebenheiten anbiegen, selbst spiralig drehen und zur Erzielung winkliger Verbindungen mit einer Niete zusammenheften lassen, vom Schlosser in Stücken von der gewünschten Länge abschneiden und durch die Pflegeschwestern mit Hilfe der Nähmaschine in doppelt so breiten Gurtenstoff einnähen. Doch können sie in guter Qualität, und durch Verzinnung vor Rosten geschützt, auch fertig bezogen werden von Apotheker Dr. Koch in Neuffen, Württemberg, der auch das Flechtwerk liefert. Ich benutze diese Materialien unter anderem zur Herstellung der monatelang liegen bleibenden Verbände nach Einrenkung angeborener Hüftluxation, ferner zu Korsetten bei Wirbelcaries, wobei auch die Stützkragen durch einen Kranz von Stahlstäben, welche den Konturen des Hinterhauptes und des Unterkiefers angebogen sind, hergestellt werden (vgl. Fig. 110). Eine weitere Anwendung zeigt Fig. 102, wobei eine Schiene in Verbindung mit der später zu erwähnenden Spannlasche als Redressionsapparat für Spitzfuß benutzt ist, und Fig. 103, welche einen



Fig. 102.



Fig. 103.

improvisierten Streckapparat für DUPUYTRENsche Kontraktur des 4. und 5. Fingers vorstellt. Die Schiene ist dabei als Handring gebogen, an dem 2 Stahlstäbe angenietet sind, gegen welche die Finger mit Lederkäppchen und Zugschnüren festgebunden werden.

Der Gipsverband.

Wenn es gilt, Zeit zu ersparen, oder korrigierte falsche Stellungen von Gliedmaßen durch eine rasch erhärtende Umhüllung festzuhalten, verwendet man den im Jahre 1852 von dem Holländer MATHYSEN erfundenen Gipsverband, der jetzt allgemein mit Hilfe der bequemen mit Gipspulver imprägnierten Stärkebinden hergestellt wird. Will man bei größerem Betriebe aus Sparsamkeitsgründen die Binden selbst anfertigen, so muß man vor allen Dingen eine gute Bezugsquelle für den hier allein brauchbaren feinsten Alabastergips haben, und können als solche die Mecklenburgischen Gipswerke zu Lübtheen und die Berliner Gipswerke zu Berlin, Trebbinerstraße, empfohlen werden. Der Gipsverband findet nützliche Verwendung beim Klumpfuße und beim X-Bein, indem man ihn zur Fixation der bei der Redression erreichten Stellung anlegt und das Verfahren alle 2—3 Wochen wiederholt. JULIUS WOLFF hat die Korrektion alle paar Tage vorgenommen und dabei seinen „Etappenverband" nicht entfernt, sondern durch quere Einschnitte und lanzettförmige Ausschnitte beweglich gemacht, dann die Zurechtbiegung vorgenommen und die eingeschnittenen Stellen durch frisch umgelegte Bindentouren fixiert. Diese Methode birgt aber die Gefahr, daß Druck entsteht, in sich, und es ist wohl empfehlenswerter, wenn auch etwas mühsamer, den Verband stets ganz zu erneuern. Hierbei sollen die Fußspitzen zur Kontrolle, ob der Verband nicht zu fest angelegt ist, frei gelassen und die exponierten Stellen, namentlich Fußrücken und der Nervus peronaeus am Wadenbeinköpfchen (bei Armverbänden der Nervus ulnaris am inneren Oberarmknöchel) reichlich mit Watte bedeckt werden, um Druck, Lähmung oder gar Gangrän zu verhüten. Nach forcierten Klumpfußredressionen, die eine starke Anschwellung erwarten lassen, ist es geraten, den Verband am Fußrücken vor völligem Erhärten der Länge nach aufzuschneiden und ein wenig auseinanderzudrängen. Wie man sich durch einfache Hilfsmittel, z. B. durch Gewichtszug, die Anlegung des Gipsverbandes erleichtern kann, zeigt Fig. 104. Man kann den Gipsverband verstärken durch die bereits erwähnten Einlagen; man kann aber auch Verstärkungsmittel mit Hilfe des Gipses selbst herstellen, indem man z. B. Hanfstreifen hineintaucht und sie der Länge nach anwickelt (BEELY), oder den Gipsbrei locker in zugebundene Trikotschläuche füllt und diese als erhärtende Schienen verwendet (TURNER). Noch einfacher ist es, stützende Längsstreifen durch Hin- und Herführen der nassen Gipsbinden selbst herzustellen (ALBERT), namentlich dann, wenn nur eine halbseitige Bedeckung mit dem erhärteten Material gewonnen werden soll, wie es beim LORENZschen Gipsbette der Fall ist. — CALOT hat uns gelehrt, das Gipskorsett bei hochsitzender Wirbelcaries als Stützkragen bis an die Ohren, oder selbst über den Kopf fortzusetzen, wobei der Patient mittels kräftiger Flanellbinden, welche schlingenförmig um Kinn und Hinterhaupt gelegt und hinter den Ohren zusammengeheftet sind, suspendiert wird. Auch zur Behandlung der Skoliose wurden und werden noch die in Suspension

und fortschreitend redressierter Stellung angelegten Gipskorsetts vielfach angewendet. PHELPS legte in diesen Fällen zur Erleichterung der Mahlzeiten und des Atmens unter die eng anschließenden Bindentouren auf die Magengegend ein zusammengefaltetes Tuch, welches nach dem Erhärten von unten herausgezogen wurde. Auch an der konkaven Brusthälfte spart man zweckmäßigerweise einen derartigen Hohlraum aus, damit der auf der Höckerseite fest umschlossene Rumpf sich dorthin ausdehnen kann. LUBINUS legt unter den Verband an der konvexen Partie ein flaches Luftkissen aus Gummi, welches nach dem Erhärten aufgeblasen wird und den Rumpf nach der hohlen Seite hinüberdrängen soll.



Fig. 104.

Sehr geeignet ist der Gipsverband zur Herstellung abnehmbarer Kapseln und Korsette, in welchem Falle er am besten über Trikot hergestellt und zum Schutz gegen Erweichen und Abbröckeln mit Schellacklösung u. dgl. bestrichen oder mit aufgeklebtem Stoff überzogen wird. Ein gut angelegter Gipsverband gestattet auch, Gelenkstücke oder sonstige Hilfsapparate einzufügen, z. B. Haken aus unseren Stahlschienen zum Anbringen von Gummizügen gegen Spitz- und Klumpfuß, wie es die Fig. 105 zeigt. Gute Dienste leisten die Gipskapseln zur Beschaffung von Modellen für Stützkorsette, Schienenhülsenapparate etc.

Zur Herstellung eines Rumpf- und Kopfmodelles, z. B. bei Wirbelcaries, werden Brust, Hals und Kopf mit eng anschließenden Trikothülsen, welche Löcher für Gesicht und Arme haben,



Fig. 105.

überzogen, auf die Brüste Wattepolster aufgelegt; dann bei mäßiger Suspension Gipsbinden umgewickelt. Damit das Modell am Busen und zwischen den Schulterblättern sich der Oberfläche glatt anschließt, werden Wattekissen zwischen die Touren aufgenommen. Will man einzelne Punkte, z. B. die Darmbeinkämme, besonders markieren, so überstreicht man dieselben mit Fettstift und preßt die Binden fest dagegen, wodurch der Trikot die Farbe aufnimmt und auf das Modell überträgt. Man soll die Binden nicht durch Anziehen, sondern durch Nachstreichen mit der Hand zum Anliegen bringen, weil sie sich sonst in das Fleisch eindrücken und Furchen und Wälle auf dem Gipsmodell hervorbringen. Um die Schalen aufzuschneiden und abzunehmen, wird zu Beginn unter dem Trikot ein Bindfaden oder biegsamer Kupferdraht über Scheitel, Nacken und Rücken, und ein zweiter von einem Armloch zum anderen gelegt. Seutin, der dieses einfache Hilfsmittel erfunden hat und auch (durch Hin- und Herziehen) zum Maße, ob der Verband nicht zu fest angelegt sei, benutzte, nannte dasselbe Kompressimeter. Nach dem Abnehmen wird der Verband an den aufgeschnittenen Stellen, sowie an den Oeffnungen der Basis und der Arme mit Stärkebinden geschlossen, getrocknet, inwendig eingefettet, oder mit Specksteinpulver ausgestreut, um zu festes Anhaften zu verhüten, und mit Gipsbrei vollgegossen. Man bedient sich hierbei aus Sparsamkeitsgründen einer geringeren Gipssorte, füllt auch den Innenraum teilweise mit Papierballen, leeren Einmachebüchsen u. dgl. aus. Nach dem Erhärten wird die Hülle abgenommen und der Torso einer Nachkorrektur unterzogen, indem unnatürliche Erhöhungen mit Hilfe von Raspel und Schabemesser weggenommen, Vertiefungen mit Gipsbrei ausgefüllt werden, nachdem man die betreffenden Stellen vorher mit einem Messer geritzt und mit Wasser befeuchtet hat. Um Abdrücke für Plattfußunterlagen zu gewinnen, läßt man den beölten Fuß des sitzenden Patienten in korrigierter Haltung in einen flachen, mit Gipsbrei gefüllten Behälter stellen. Zur Sicherung der Korrektionsstellung rät Lange, den Boden des Gefäßes nach der Innenseite schräg aufsteigen zu lassen. Man kann auch den Gipsbrei auf ein Tuch gießen und dieses während des Erstarrens an der Innenseite hochziehen. Um ein ganzes Hand- oder Fußmodell zu erlangen, nimmt man erst einen Abdruck der unteren Hälfte, schneidet vor dem Erhärten den Rand glatt ab, gräbt mit dem Messer einige runde Vertiefungen in letzteren hinein und übergießt nunmehr auch die obere Hälfte des wieder hineingelegten Gliedes mit Gipsbrei. Die im Rande gebildeten Löcher und Zapfen erleichtern später das Aufeinanderpassen der beiden Hälften.

Einer besonders sorgfältigen Behandlung bedürfen die Modelle für Schienenhülsenapparate. In der Hüfte soll das Bein gestreckt und leicht abduziert, im Knie gerade, aber nicht durchgedrückt, im Fußgelenk rechtwinklig gehalten werden. Deforme Stellungen, wie X-Bein und Klumpfuß, werden nach Möglichkeit in zurechtgebogener Stellung abgegipst, oder, wenn dies nicht gelingt, nachträglich durch Keilausschnitte korrigiert. Wird das Becken mit abgegipst, so erfolgt das Aufschneiden an der Innenseite des Oberschenkels und der gegenüberliegenden Beckenhälfte, und es müssen zwei entsprechende Schnüre untergelegt werden. Am Sitzknochen wird der Verband besonders genau angepaßt, damit das Modell an dieser Stelle, wo der balkonartige Tragrand an der Lederkapsel angebracht werden soll, die natürlichen Ausbiegungen erhält. Vor Ausgießen der Form wird

ein bis in die Fußspitze reichender Eisenstab mitten hineingestellt, um die Widerstandsfähigkeit des Modells gegen Bruch zu erhöhen und das Aufhängen mit Hilfe des hakenförmig umgebogenen freien Endes zu ermöglichen. Nach Vornahme der bereits beschriebenen Nachkorrektur, wobei es zweckmäßig ist, das ganze Modell ein wenig aufzudicken, werden die natürlichen Längen- und Umfangmaße markiert, indem man über die Mitte der Kniescheibe, die Knöchel und in Schritthöhe horizontale Kreise aufzeichnet, dann noch eine Anzahl Kreislinien an den dicksten und dünnsten Stellen von Oberschenkel, Unterschenkel und Fuß nach genau bemerkten Abstandsmaßen hinzufügt. Jede einzelne Umrißstelle wird mit Hilfe eines entsprechend ausgeschnittenen Stückes Kartonpapier nach dem lebenden Beine korrigiert, eine Arbeit, die viel Zeit und Geduld erfordert. Um die Umrisse auf das Kartonpapier zu übertragen, bedient man sich eines weichen, schmiegsamen Kupferdrahtes, der um die betreffende Beinstelle angedrückt, dann unter möglichster Wahrung der Form auf das Papier gelegt und mit dem Bleistift umfahren wird. Die Figur wird herausgeschnitten und durch Wegnehmen oder Neuaufkleben zu wenig oder zu viel entfernter Partien verbessert. Aus Rücksicht auf die spätere Unterfütterung der Lederkapsel wird das natürliche Bein beim Maßnehmen mit einem Trikotschlauch überzogen, oder man schneidet aus jedem Papiermodell ein 3 mm breites Randstreifchen aus. Man gewinnt auf diese Weise ausgezeichnete Nachbildungen, die den besten, von Künstlerhand hergestellten, Holzmodellen in keiner Weise nachstehen. Zur Erleichterung der Bearbeitung legt man das Gipsstück quer über einen Holzkasten in entsprechende Ausschnitte der gegenüberliegenden Wände. Nach völligem Trocknen wird die Oberfläche mit Schellacklösung überstrichen, oder mit einer geleimten Gazebinde umwickelt, um das Ausbröckeln beim Aufnageln der Lederkapsel zu verhüten. Jetzt wird das Modell durch 4 Längslinien, deren erste über die Mitte der Kniescheibe herabläuft, in 4 gleichgroße Quadranten geteilt, deren Seitenlinien die nötigen Anhaltspunkte zum Anbringen der Seitenstangen und Gelenke abgeben. Die Umrisse der aufzuwalkenden Lederstücke werden aufgezeichnet, die von innen in die Kapsel hineinzuarbeitenden stählernen Stützstäbe, sowie die lanzettförmigen Haftplättchen zum Anschrauben der Seitenschienen (an der Innen- und Außenseite des Ober- und Unterschenkels je 2, bei großen Oberschenkelkapseln an der Außenseite 3) werden aufgenagelt. Das fertige Modell präsentiert sich jetzt, wie auf Fig. 106, die aus Dr. Hermann Gochts vortrefflichem Büchlein „Ueber orthopädische Technik“ entnommen ist, dessen Studium jedem zu empfehlen ist, der sich mit Herstellung von Schienenhülsenapparaten und Hüftbügelkorsetten beschäftigen will.

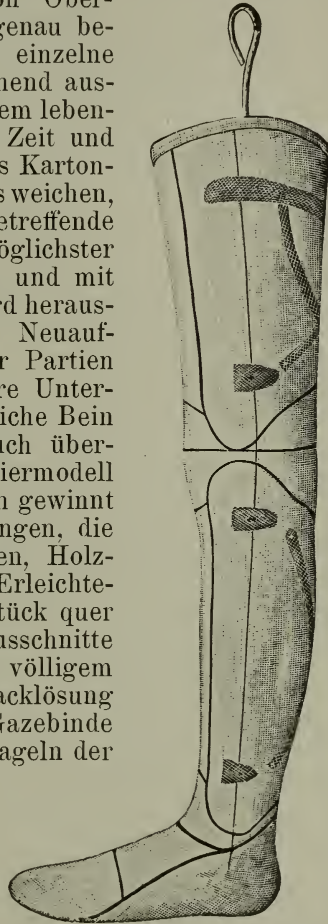


Fig. 106.

Der Leimverband.

Aehnliche Eigenschaften und Vorzüge wie der SEUTINsche Pappverband besitzt der namentlich von HESSING ausgebildete Leimverband. Die käuflichen Leimtäfelchen, von denen zu Verbandzwecken nur die beste und teuerste Qualität brauchbar ist, werden durch 8—10-stündiges Einlegen in mehrfach zu erneuerndes kaltes Wasser zum Quellen gebracht, dann im heißen Wasserbade verflüssigt und in mäßiger Menge, so daß die Masse nicht durchschlägt, mit Hilfe eines Spatels auf die, am besten aus alter Leinwand hergestellten und ohne Umschlagtouren angelegten, Binden aufgetragen. Der Leim ist, als eine den Körpergeweben verwandte Masse, vollkommen reizlos, durchlässig für Feuchtigkeit (wie auch für Röntgenstrahlen) und kann direkt auf die Haut aufgetragen werden, wobei nur die Härchen vorher entfernt werden müssen. Zur Verstärkung können Längsstreifen aus leimgetränkten Matratzengurten, oder mehrfach übereinander gelegte Bindenstücken und Fournierstreifen, welche auf breitere Leinwandbinden aufgeklebt sind, zwischen den Verband aufgenommen werden. WALLTUCH benutzte hobelspandünne Fournierbänder, welche über Gipsmodelle in verschiedener Richtung und 3—4-facher Lage übereinandergeleimt wurden, um sehr leichte, billige und dauerhafte Stützkorsette herzustellen, die nach der Abnahme mit Fütterung und Verschnürung versehen und an der Außenseite mit Leinwand überzogen wurden. Der Leim wird hierbei mit 5 Proz. Glycerin versetzt, wodurch er nach dem Trocknen elastisch bleibt. TURNER gab dem Leim eine dickere, breiartige Konsistenz, indem er demselben Ligninpulver (auf chemischem Wege in Cellulose verwandeltes Holz) zusetzte und die Masse zwischen Mullbinden, womit das Gipsmodell umwickelt wurde, auftrug. HÜBSCHER hat die Cellulose, eine von SIMONIUS in Kehlheim hergestellte Holzmasse in Pappdeckelform, zur Herstellung von Kapselverbänden empfohlen, und VULPIUS hat namentlich Korsettverbände daraus hergestellt. Die abgeschnittenen, handbreiten Cellulosestreifen werden in lauwarmem Wasser erweicht, auf das Modell angewickelt und, nachdem sie die Form angenommen haben, mit Leim bestrichen; nach dem Trocknen wird eine zweite, dann noch eine dritte Schicht aufgebracht, das Ganze mit engmaschiger Gaze überzogen, schließlich mit Fütterung, Stoffüberzug etc. versehen. Durch Zusatz von chromsaurem Kali (1—2 Eßlöffel auf 1 Liter Leimlösung) kann man die Kapseln widerstandsfähig gegen Nässe machen. Durch Beimischung einer größeren Menge von Glycerin und Zinkoxyd gewinnt man aus Leim eine halbfeste, elastische Masse, welche zur Herstellung von Hand- und Fußabgüssen benutzt werden kann. KRUKENBERG empfiehlt folgende Mischung: Gelatine 250,0, Zinkoxyd 175,0, Glycerin 400,0, Aqua dest. 300,0. Das Zinkoxyd wird zunächst mit Glycerin angerieben, nach dem Erkalten die versteifte Masse auf den eingefetteten Körperteil aufgetragen. Nach völligem Erstarren kann man die Extremität herausziehen, ohne daß die nachgiebige Form zerstört wird. Man erhält so sehr genaue Negative, welche, mit Gips ausgegossen, vortreffliche Extremitätenmodelle liefern. Fertigt man dagegen Gipsformen an, so kann man letztere mit der Gelatinemasse füllen und erhält dann Ausgüsse, welche dauernd die natürliche Weichheit der Glieder bewahren.

Wasserglasverbände.

Ein Verbandmittel von ähnlichen Eigenschaften wie der Leim ist das Wasserglas, eine Lösung des kieselsauren Natrons von dickflüssiger Konsistenz, in welche man die Binden einknetet, um sie dann über Trikot- oder Watteunterlage aufzuwickeln. Die Masse trocknet erst in einigen Tagen, wird aber dann außerordentlich fest, namentlich wenn man ein indifferentes Pulver, wie Magnesia, hinzumischt, so daß man abnehmbare Korsette, Stützkragen u. s. w. damit herstellen kann. Cappeler und Hafter haben daraus sogar artikulierte Schienen, Taylorsche Coxitisapparate, improvisierte Prothesen u. a. m. fabriziert. Auch zum Tränken und Härten von Gipskapseln und zum Bekleben derselben mit Stoffüberzug ist das Wasserglas durchaus geeignet. Um die Nachteile des langsamen Trocknens zu umgehen, haben enragierte Liebhaber der Wasserglasverbände dieselben mit Gipshülsen überzogen und letztere nach einigen Tagen entfernt.

Der Celluloidverband.

Für abnehmbare Korsette und Stützkapseln eignet sich seiner Leichtigkeit, Festigkeit und Eleganz wegen ganz besonders der von Landerer und Kirsch eingeführte Verband aus Mullbinden und Celluloid, einer Verbindung von nitriertem Holzstoff (Seidenpapier) mit Kampfer. Man bezieht zur Herstellung Celluloidabfälle aus der Fabrik (z. B. bei L. Schwarz & Co., Berlin S., Dresdenerstraße 80) und löst dieselben langsam auf in Spiritus und Aether ana zu einer Flüssigkeit von dem Aussehen und der Konsistenz einer Lösung des arabischen Gummis. Als Unterlage dient Flanell oder Filz, über das Gipsmodell straff aufgespannt; hierüber werden mit der Lösung getränkte Mullbinden in 4—10-facher Lage aufgewickelt. Nach dem Trocknen, was mehrere Tage in Anspruch nimmt, werden Perspirationslöcher mit dem Locheisen ausgeschlagen. Lorenz verwendet 2—3 mm dicke Celluloidtafeln in Substanz, die mit der Laubsäge nach dem Modell geschnitten werden, für ein Korsett z. B. eine große vordere und hintere Platte. Dieselben werden in kochendem Wasser erweicht, rasch auf das Modell gebracht, mit Tüchern, Zangen und Gummibinden adaptiert und durch aufgenietete Metallschienchen verstärkt. Schanz hat derartig modellierte Tafeln zur Herstellung von Plattfußeinlagen empfohlen. Sehr zweckmäßig und leicht sind die von Lange aus einer längs- und einer quergelagerten Schicht von Matratzengurten hergestellten, mit einigen Windungen dünnen Stahldrahtes unterstützten Celluloidsohlen. Dieselben umgreifen wie ein flacher Pantoffel den ganzen Fuß bis zum Ballen, also auch die Außenseite, wodurch das Abrutschen nach dieser Richtung verhindert wird. Manche benutzen zwei mit Celluloidlösung getränkte Lagen von einer derben Rouleauleinwand oder dünnem Leder, welche mittels Gazebinden fest gegen die Gipsform gewickelt werden. Alle diese Einlagen sind ziemlich stark gerundet, und der Schuhmacher muß für jeden Fall einen besonderen Leisten anfertigen, wobei er das, was über die gewöhnliche Sohlenfläche nach unten hinausragt, durch Abnehmen an der Oberseite ausgleicht. Andere bevorzugen kürzere Schuheinlagen, um den Fuß nicht zu weit zu unterstützen, weil dadurch die Elastizität und das Spiel der kleinen Muskeln lahmgelegt wird. Nicht empfehlenswert sind Supporte aus Kork, Weich-

gummi, oder Filz, weil sie auf die Dauer hart und niedergedrückt werden und das Einsinken des Fußgewölbes nicht verhindern. Man pflegt die Einlagen mit kleinen Schräubchen auf der Schuhsohle zu befestigen; wenn sie gut sitzen, behaupten sie meist von selbst den richtigen Platz.

Das Celluloid hat auch antiseptische Eigenschaften und ist dem Körpergewebe gegenüber vollkommen reizlos, kann z. B. zum Einheilen von Schutzplatten bei Schädeldefekten, sowie zur Herstellung von Nahtmaterial (Celluloidzwirn) benutzt werden. Ich habe bei Amputationen fingerdicke Celluloidringe um den Knochenstumpf gelegt und zur Einheilung gebracht, um die Stumpfenden keulenförmig zu verdicken und bessere Haftpunkte für die Prothesen zu gewinnen. Mit Korkraspelspänen gemischt, gibt das Celluloid eine feste, aber leichte und elastische Masse, womit man Stelzbeine für den Krankenhausbedarf und die Praxis pauperum herstellen kann. Prothesen von ausgezeichneter Festigkeit und Leichtigkeit gewinnt man auch, wenn man Streifen des erwähnten Rohrflechtwerkes mit Celluloid bestreicht und, mit Lagen grober Leinwand untermischt, auf Gipsmodelle aufzieht.

Anderweitige Verbandmittel.

Schon Hippokrates hat dem Bindenverband bei Klumpfuß dadurch eine größere Haltbarkeit gegeben, daß er die Binden mit geschmolzenem Cerat, einer Mischung von Wachs und Harzen, tränkte. Dieselben wurden bei redressierter Fußstellung angewickelt und eine Sohle von Leder oder Blei zwischen die Touren eingeschaltet; schließlich wurde eine Binde unter dem Fuß angenäht und an der Außenseite des Unterschenkels so befestigt, daß der äußere Fußrand nach der Wade hinaufgehalten wurde. Ueber den Verband kam ein fester Schuh, welcher zur Erhaltung der korrigierten Fußstellung beitrug. Ganz ähnlich ist unser moderner Paraffinverband, welcher sich nach meiner Erfahrung zu Klumpfußverbänden recht gut eignet. — Von anderen Verbandmitteln, die eine größere Verbreitung gefunden haben, erwähnen wir noch die früher oft zu Klumpfußschienen benutzten Guttaperchatafeln, welche nach Modell ausgeschnitten, in heißem Wasser erweicht und durch Anwickeln an die korrigierte Extremität modelliert wurden. Weiterhin die von Wiener in Chicago empfohlenen, ganz ähnlich zu benutzenden Fiberplatten, welche in Amerika zum Isolieren elektrischer Leitungen benutzt werden; ferner den durch alkololische Schellacklösung (660 Harz auf 1 l Spiritus) versteiften Brunsschen Harzfilz, welcher ebenfalls durch Erwärmen weich und modellierbar gemacht wird; endlich das von Bingler erfundene, von Oskar Wagner (in Düsseldorf, Königsallee 63) in den Handel gebrachte, namentlich von Vulpius zur Herstellung von Korsetten, Kapseln und Prothesen empfohlene Hornhautleder. Dieses pergamentartig harte und durchscheinende Material wird durch 12—15-stündiges Einlegen in kaltes Wasser erweicht, dann auf das mit Trikot überzogene Gipsmodell angewalkt, an den freien Rändern festgenagelt und für etwa 6 Tage in den Trockenraum gebracht. Nach 12 Stunden werden Transpirationslöcher ausgeschlagen und beide Oberflächen mit einem, von der Firma gelieferten, Lack (No. 2) bestrichen. Nach vollendeter Trocknung wird die Hülse zurechtgeschnitten, durch Feilen, Schaben, Abschleifen mit Glaspapier geglättet, innen und außen mit Lack No. 1

bestrichen und trocken gerieben. Schließlich folgt noch ein zweiter und dritter Anstrich mit Lack No. 2, worauf die Garnierung des Korsetts beginnt. Die fertigen Apparate sind sehr formbeständig, widerstandsfähig gegen Schweiß und Nässe, leicht und elegant. Immerhin ist die Bearbeitung ziemlich mühsam, die Herstellung langwierig und kostspielig, weshalb das Material kaum Vorteile vor dem eigentlichen Apparatenleder voraus hat. Schließlich sei noch erwähnt, daß auch Drahtgewebe (von Karewski) und Aluminium (von Eschbaum) zur Herstellung von Korsetten benutzt wird. Doch ist letzteres Material trotz seiner Leichtigkeit und seines glänzenden Aussehens zu diesem Zwecke wegen seiner Starrheit und seines

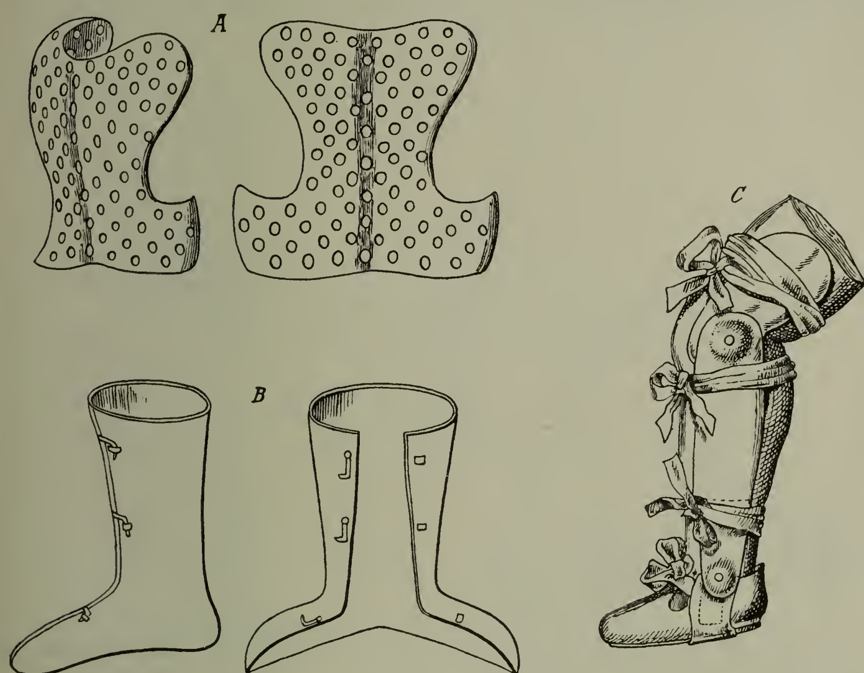


Fig. 107 A—C.

starken Wärmeableitungsvermögens wenig geeignet und erinnert einigermaßen an die Stützapparate aus Eisenblech, welche Paré im 16. Jahrhundert benutzt und abgebildet hat (Fig. 107 A). Sehr brauchbar ist das Aluminium wegen seiner Leichtigkeit und guten Hämmerbarkeit zur Herstellung von Plattfußunterlagen und den ebenfalls empfohlenen Eisenblech-, Messing- und Duranasohlen bei weitem vorzuziehen. Zur Herstellung zeichnet man sich den Umriß der Einlage auf den Fuß und schneidet ein Papiermodell danach aus, nach welchem ein Stück Aluminiumblech von 2—3 mm Dicke abgeschnitten wird. Dieses wird auf einem Bleiklotz ausgehämmert, angepaßt, verbessert und mit feinem Leder überzogen. Die Benutzung eines Gipsmodells erleichtert auch hierbei die Arbeit. Auch zur Herstellung von Klumpfußschienen ist Metallblech sehr geeignet und von jeher angewendet worden, wie die beiden, aus den Werken von Paré und Fabricius Hildanus entnommenen, Fig. 107 B und C beweisen.

2. Hilfsapparate.

Es ist nicht unbedingt erforderlich, aber für Arzt und Patienten nützlich, wenn einige Hilfsapparate zur Verfügung stehen, um die oft recht mühsame Anlegung der Verbände und die dabei notwendige Korrektion zu unterstützen. Der älteste bekannte Apparat dieser Art war das Scamnum des HIPPOKRATES (Fig. 108) mit Extensionswellen am oberen und unteren Ende, dessen sich der Vater der Chirurgie und Orthopädie zur Einrichtung von Verrenkungen und zur Streckung von Verkrümmungen, insbesondere des durch Caries entstandenen Höckers, bediente. Ein ähnlicher, im Altertum ebenfalls viel gebrauchter, Extensionsapparat war das Glossocomum des NYMPHODORUS, eines bedeutenden Chirurgen der alexandrinischen Schule, dessen Zugvorrichtung durch eine endlose Schraube in Bewegung gesetzt wurde. Weiter bilden wir den eleganten, in eine Kapsel verschließbaren Flaschenzug (Fig. 109 A) und eine transportable Extensionsschraube (Fig. 109 B) ab, deren sich PARÉ zur Ausübung von Zugwirkung bediente; ferner einen Schraubenapparat des Straßburger Wundarztes HANS V. GERSDORF (Fig. 109 C), genannt Schylhans, welcher die Schlachten von Granson, Murten und Nancy als Feldchirurgus unter Karl dem Kühnen mitmachte. Im Laufe der Zeit ist noch eine Reihe derartiger Extensionsvorrichtungen konstruiert worden, von denen wir besonders anführen: den Flaschenzug von CHRIST. PRAVAZ aus den 30er Jahren des vorigen Jahrhunderts zur unblutigen Einrenkung der angeborenen Hüftluxation; den auch zu orthopädischen Zwecken sehr brauchbaren SCHNEIDER-MENELschen Apparat, mit seinen Extensionswellen einigermaßen an das Scamnum erinnernd; die einfache BRUNSsche Extensionsvorrichtung aus einer am Tisch angeschraubten Beckenstütze und einem davorstehenden Gestell mit ausziehbarer auf den Fußboden gestützter Verbindungsstange zur Fixation und Extension der über den Tischrand hinausragenden Beine; den originellen NEBELschen Extensionsschlitten, bei welchem der zu korrigierende Fuß an eine senkrecht feststehende Eisenstange anbandagiert und die Stellungsverbesserung durch Zurückziehen des auf einem Schlittengestell ruhenden Patienten mit Hilfe einer Schraubenspindel ausgeübt wird. Bei einfacheren Verhältnissen pflegt man sich mit Stützkissen und VOLKMANNschen Bänkchen zu behelfen, allenfalls sich der Beckenstütze v. BARDELEBENS zu bedienen, einer an die Tischkante geschraubten, senkrechten Eisenstange mit einer verstellbaren, horizontalen Platte zur Unterstützung des Kreuzes. Die zungenförmige Platte kann mit dem Becken eingegipst und nachträglich aus dem Verbande herausgezogen werden.

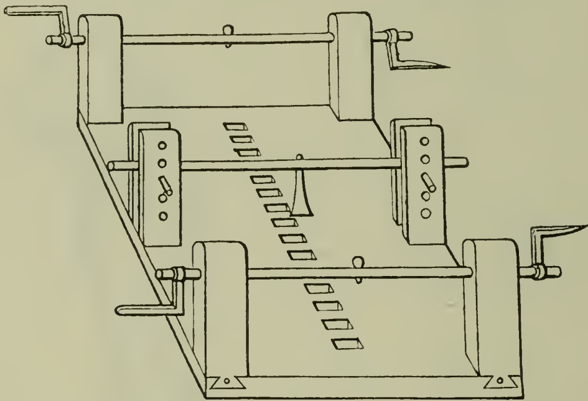


Fig. 108.

In den letzten Jahren hat die wiedererwachte unblutige Einrenkung der angeborenen Hüftluxation einen neuen Anstoß zur Konstruktion orthopädischer Operationstische gegeben. Einer der bekanntesten und besten ist jener von SCHEDE-ESCHBAUM, ähnlich wie der BRUNSsche Apparat, aus einem Lagerungstisch für den Patienten mit Beckenträger und Dammstütze und einem durch Stangen damit verbundenen, versetzbaren Beingestell zur Fixation und Extension der Extremitäten mit Hilfe von Ledergamaschen und Schneckenschrauben zusammengesetzt. Um keine übermäßige Kraft bei der Einrenkung der Schenkelköpfe, welche SCHEDE bekanntlich mittels Traktion vollzog, auszuüben, sind Kraftmesser in die Zugschnüre eingeschaltet. Der Apparat ist wegen seiner Ausdehnung nur für größere Operationsräume verwendbar.

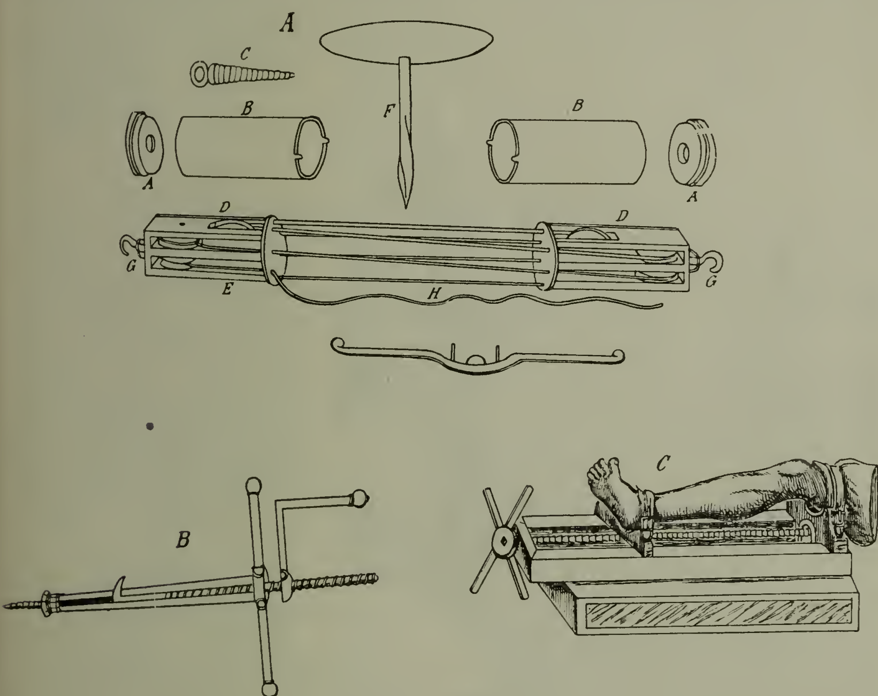


Fig. 109 A—C.

Kürzer und handlicher ist mein Extensionstisch, bei welchem der Patient auf eine Reihe schmaler Querbänkchen gelagert wird, deren Tragstangen durch einen Spalt in der Tischplatte hervorragen und mit einer Längsreihe von Vertiefungen zum Haften der Fixationsschrauben versehen sind. Zur Extension dienen zwei am Kopfende angebrachte, in jeder Richtung des Raumes verstellbare Eisenstangen mit Welle und Sperrrad. Auch am hinteren Tischende ist eine feststehende Extensionswinde gleicher Art angebracht. Die Fig. 110 zeigt die Verwendung des vielseitigen Apparates bei Anlegung eines Stützkorsettes. STEIN in Wiesbaden hat neuerdings, statt der Wellen, Schrauben an den Extensionsstangen angebracht, auch einige sonstige untergeordnete Abänderungen vorgenommen und den Apparat dann als einen neuen Extensionstisch veröffentlicht. — Einen ebenfalls

sehr vielseitigen Operationstisch mit Extensionswellen am oberen und unteren Ende und einem aufsetzbaren Schwebegestell zur Korrektion von POTTschen Höckern und Hüftkontrakturen hat F. SCHULZE-Duisburg angegeben. — Einfach und zweckmäßig ist die Operations- und Massagebank von STAFFEL in Wiesbaden.

Es sind dann noch eine Reihe zum Teil recht brauchbarer Extensions- und Fixationsapparate zu einzelnen speziellen Zwecken erfunden worden, so der BEELYsche Extensionsrahmen zur Anlegung von Korsettverbänden, ein reckartiges Gestell, wobei der Patient an Kopf und Armen mittels Zugrollen suspendiert ist, während das Becken mit einem Schnallengurt an einer Querstange festgehalten wird. Um die unangenehme vertikale Suspension zu vermeiden, haben NEBEL, sowie METZGER-GOLDTHWAIT Rahmengestelle konstruiert, bei welchen der Patient auf quer- und längsgespannten Gurten gelagert wird, die in den Gipsverband mit aufgenommen und später abgeschnitten werden. Durch Kopfkappe und schief abschüssige Lagerung, sowie abwärts gespannte Hüftenzügel kann für Längsextension, durch schlingenartig umgelegte Quergurte für seitliche Korrektion gesorgt werden. — Besondere Schwierigkeiten bereitet bekanntlich bei der Korrektion des Hüftgelenkes, wie auch bei der Einrenkung von Hüftluxationen die Fixation des Beckens. GERSUNY hat uns zuerst ein zweckmäßiges Verfahren gelehrt, indem er durch einen Assistenten den gesunden Oberschenkel in stärkster Flexion gegen den Bauch pressen, durch einen zweiten das Becken am vorderen oberen Darmbeinstachel der kranken Seite fest gegen die Unterlage drücken lies. Das eingebogene Kreuz wird auf diese Weise gerade gestreckt, der flektierte Oberschenkel nach vorn aufgerichtet; er kann nun gefaßt und kräftig zurückgedrängt werden.

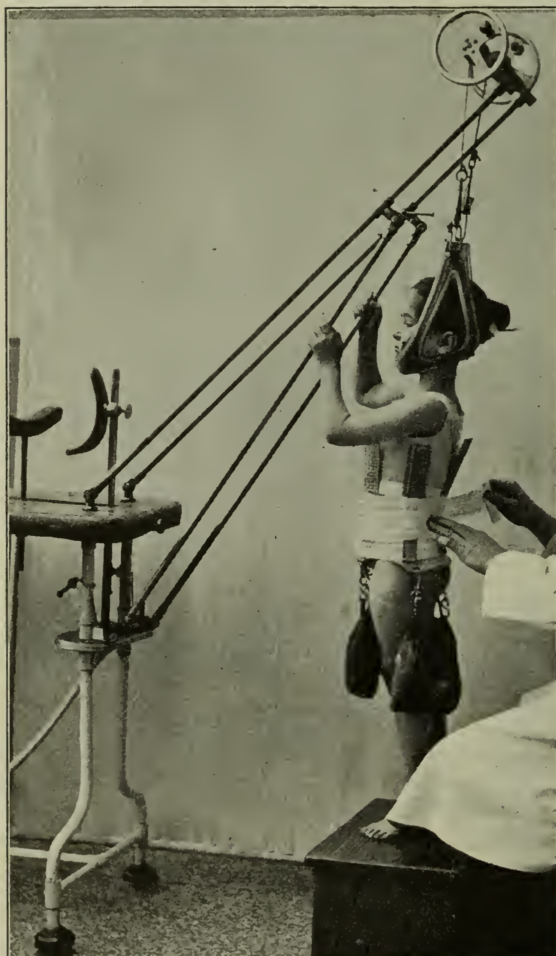


Fig. 110.

Lorenz erleichtert sich dieses Verfahren durch gleichzeitige Beckenhochlagerung und vollzieht die Korrektion mit Hilfe seines, als Hüftredresseur bezeichneten Extensionsapparates von ähnlicher Beschaffenheit wie der Brunssche. Eine in früheren Jahren von mir angewendete

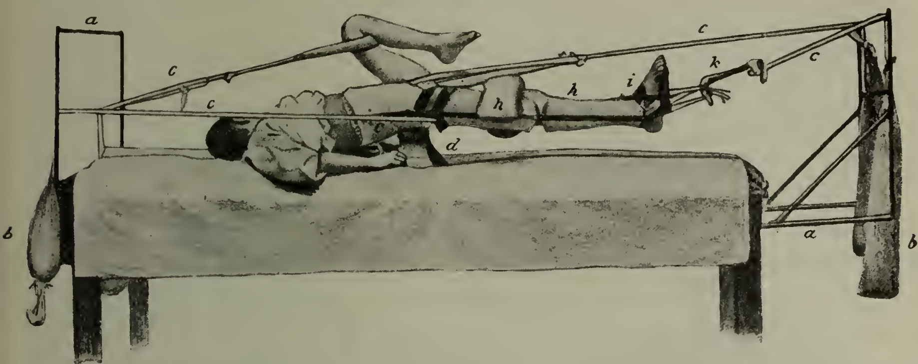


Fig. 111.

und als forcierte Gewichtsdistraktion bezeichnete Methode, wobei das Becken ebenfalls hochgelagert wird, um eine stärkere Korrektionswirkung zu erzielen, ist auf Fig. 111 dargestellt. Dollinger fixiert und streckt die eingebogene Lendenwirbelsäule durch Angipsen des Rumpfes gegen zwei, als Unterlage dienende, plattrunde Eisenstangen, redressiert den Oberschenkel manuell, umgibt ihn in der verbesserten Stellung mit einem über das Becken hinaus verlängerten Gipsverbande und zieht dann die Stangen heraus. Es sind auch einige spezielle Beckenfixateure erfunden worden, z. B. jener von Bauer und der auf Fig. 112 abgebildete von Terrillon; sie waren aber ziemlich unpraktisch und schwerfällig und bürgerten sich auch aus dem Grunde

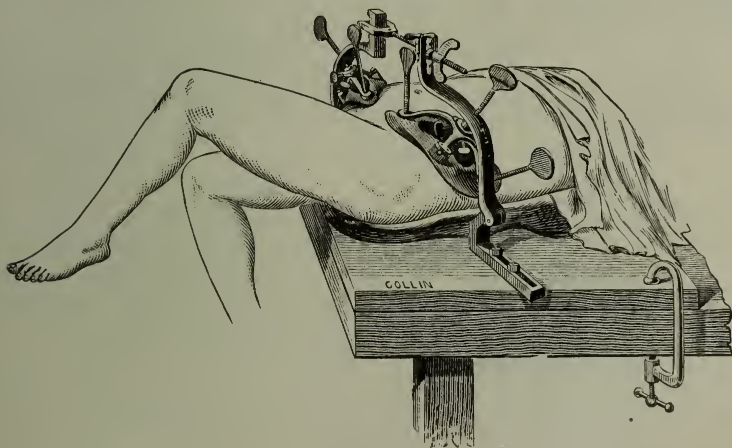


Fig. 112.

nicht ein, weil niemand Lust hatte, für ein selteneres Bedürfnis einen besonderen teuren Apparat anzuschaffen. Mir ist es gelungen, einen sehr brauchbaren Fixationsapparat für das Becken in Verbindung mit meinem Osteoklasten herzustellen. Ehe wir jedoch darauf ein-

gehen, ist es nötig, ein Wort über die gewaltsame Redression und die Osteoklase im allgemeinen zu sagen.

Schon Hippokrates empfahl, den Klumpfuß vor der Bandagierung mit den Händen zurechtzubiegen und den Höcker bei Wirbelcaries, während der Patient die Bauchlage auf fester Unterlage einnahm, mittels eines Hebels hineinzudrücken. Délore in Lyon wandte um die Mitte des vorigen Jahrhunderts beim Klumpfuß die „massage forcée" an, indem er mit voller Kraft beider Hände in oft mehr als halbstündiger Arbeit den Fuß ummodellierte, ein Verfahren, das in Deutschland durch König, Wolff und Lorenz populär gemacht wurde. Délore und Tillaux empfahlen auch die forcierte manuelle

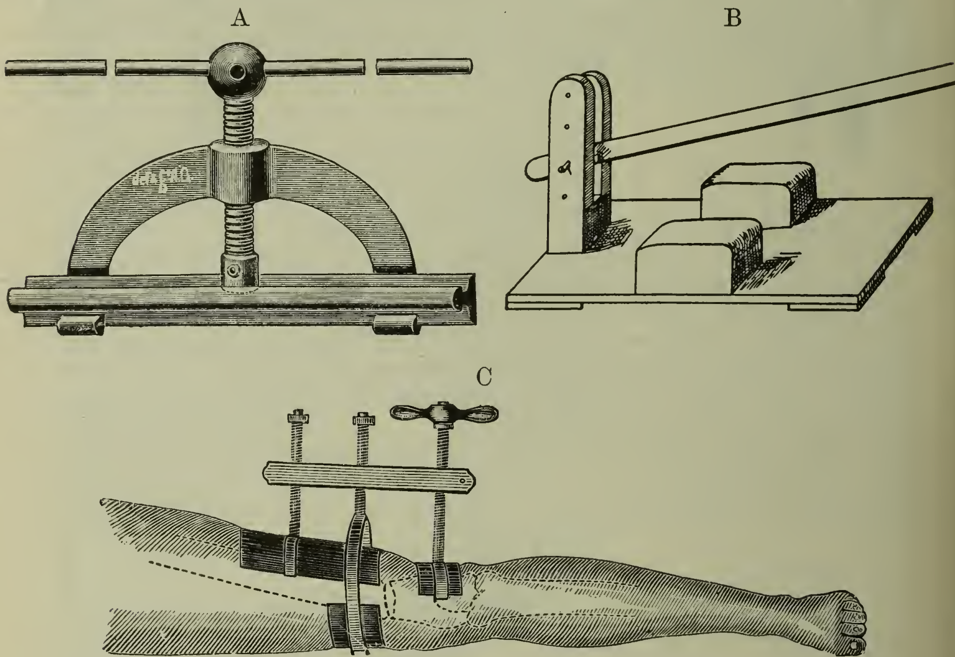


Fig. 113 A—C.

Redression des X-Beines, die in Italien durch de Paoli, in Deutschland durch Gussenbauer verbreitet wurde. Trélat und Vincent gingen zuerst bei älteren Klumpfüßen zur Anwendung des Osteoklasten über, und ersterer nannte sein Verfahren, wobei er den Klumpfuß unter Berücksichtigung seiner drei fehlerhaften Komponenten in einer Sitzung korrigierte, „modellage du pied-bot à moyen de l'ostéoclaste Robin", oder „Tarsoplasie".

Im Altertum und Mittelalter pflegte man verkrümmte Gliedmaßen durch Distraktion und Hebeldruck mit den bereits beschriebenen Instrumenten durch Biegen vor dem gekrümmten Knie, oder durch Schlag mit einem unwickelten Hammer über das hohl gelagerte Glied gerade zu machen. In neuerer Zeit hat man vollkommenere Apparate zur Verwendung, die entweder nach dem Prinzip des beifolgend abgebildeten (Fig. 113 A) Schienenbiegeapparates mit der Schraube arbeiten, oder mit dem einarmigen Hebel, wie der Fig. 113 B abge-

bildete Esmarchsche Osteoklast. Eine dritte Kategorie faßt die Glieder von oben nach unten wie eine Pflanzenpresse oder auch von beiden Seiten wie ein Schraubstock und bricht sie mit einem davor

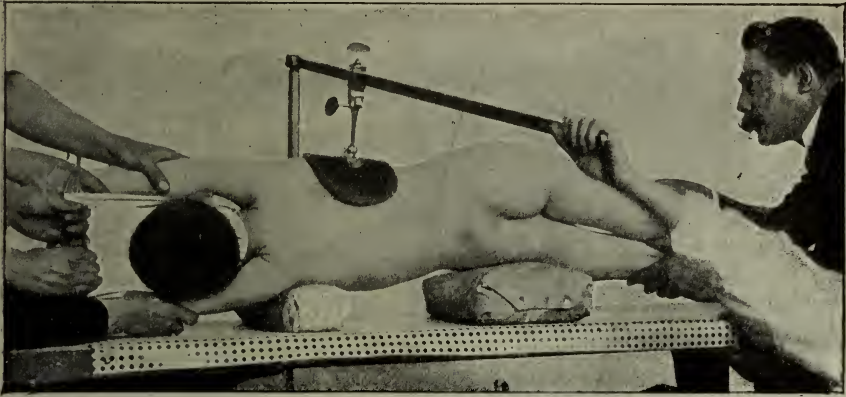


Fig. 114.

angebrachten Werkzeug ab. Besondere Bahnen wandelt Ferrari mit seinem selten angewandten Instrumente, indem er sich des zweiarmigen Hebels in der beifolgend abgebildeten Form zur Korrektion des X-Beines bedient (Fig. 113 C).

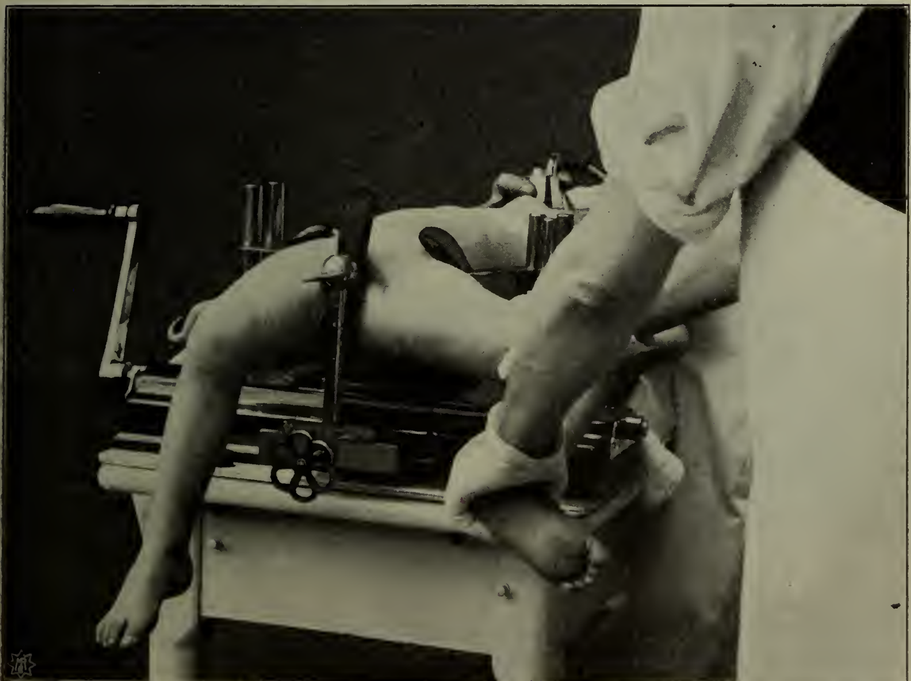


Fig. 115.

Nach dem erstgenannten Prinzipe sind eingerichtet RIZZOLIS machinetta ossifraga, ferner der in England und Nordamerika viel gebrauchte Osteoklast von GRATANNE in Cork, das GROSSsche Instrument zum Brisement forcé von Kniekontrakturen und X-Bein sowie

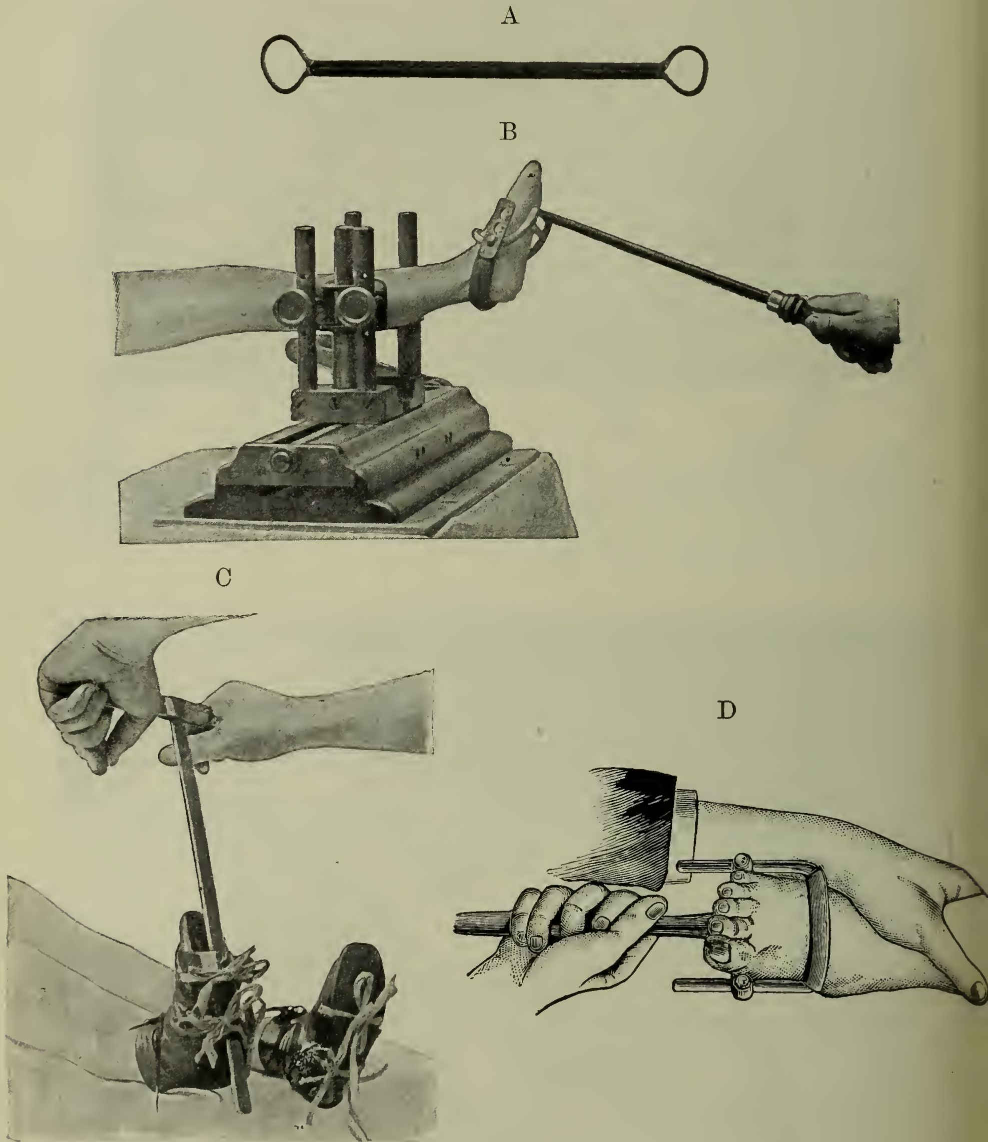


Fig. 116 A—D.

die zur Korrektion des Fußgewölbes bei Klumpfuß bestimmten „Tarsoklasten“ von BRADFORD, MORTON, REDARD. Nach dem Typus des ESMARCHschen Osteoklasten arbeiten der in Fig. 114 abgebildete CALOTsche Hebelapparat zur gewaltsamen Redression schwerer Skoliosen;

ferner Bradford-Goldthwaits einarmiger Hebel zur Redression von Kniekontrakturen, der seinen Stützpunkt an den Oberschenkelkondylen findet und mit einer Zugschlinge hinter dem Schienbeinkopf her faßt, endlich der aus zwei Thomasklammern kopulierte Halstead-Meyerssche Fußredresseur, welcher den Tarsus zwischen einem im Vereinigungs- und Drehpunkt beider Hebel angebrachten Eisenstifte und zwei auf den Armen hervorragenden Bolzen faßt, und durch Auseinanderziehen der Hebel umbiegt. Nach dem Prinzip der Pflanzenpresse mit Hebel zum Abbrechen sind eingerichtet Boschs Osteoklast aus dem Jahre 1782, Oesterlens ähnlicher Dysmorphosteopalinklast, sowie Robins Apparat. Die Instrumente von Collin, Lorenz, Eschbaum, Heusner fassen die Glieder seitlich nach Art des Schraubstockes. Dabei benutzt Collin zum Abbrechen einen mit Flaschenzug kombinierten Druckhebel, Lorenz eine Zugschraube mit Lederschlinge, Eschbaum die Schneckenschraube und Heusner einen Hebel mit gepolsterter Zugkette. Das Lorenzsche Instrument, von seinem Erfinder als ostéoclaste redresseur bezeichnet, war hauptsächlich zur Korrektion des Klumpfußes bestimmt. Es faßt den vorderen Abschnitt des eingespannten Fußes mit einer



Fig. 117.

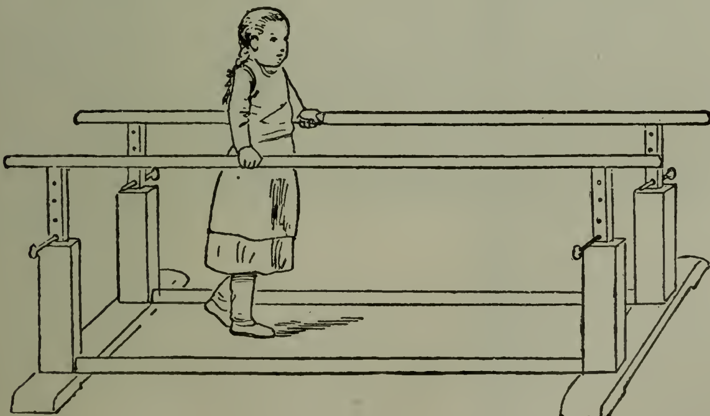


Fig. 118.

Leder- oder Tuchschlinge, die es mit Hilfe seiner Redressionsschraube mehrmals in einer der falschen Stellung entgegengesetzten Richtung

darüber hinzieht, so den Tarsus umbiegend und den Hauptwiderstand brechend. Der HEUSNERsche Osteoklast ist mit auswechselbaren Backen eingerichtet, um sich den verschieden dicken Gliedern adaptieren zu können, und hat genügende Spannweite, um die breitesten Körperabschnitte zu fassen. Er kann daher auch zum Einspannen des Beckens benutzt werden, indem man ihn mit Platten versieht, welche nach Art zweier Hände oberhalb der Trochanteren angepreßt werden, während eine von vorn gegen den Damm geschraubte Beckenstütze das Ausweichen nach unten verhütet. Man kann auf diese Weise jedes Becken mühelos und sicher fixieren, so daß man die schwierigsten Fälle angeborener und erworbener Hüftluxation mit leichter Mühe einrenken kann, wobei der Trochanter an den seitlichen Fixationsplatten ein vortreffliches Hypomochlion findet (Fig. 115).

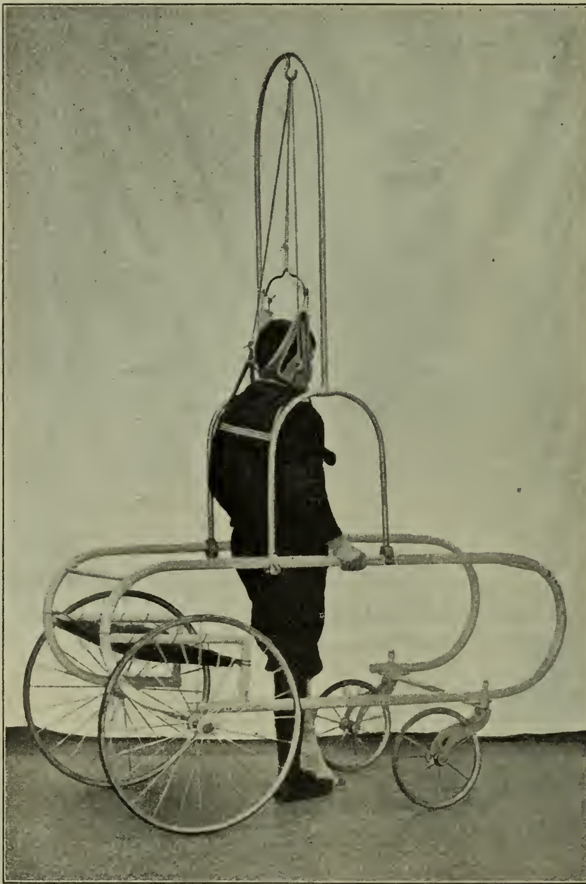


Fig. 119.

Zur Erleichterung der manuellen Redression des Klumpfußes bei Benutzung des Osteoklasten sind eine Anzahl von Hebelinstrumenten angegeben worden, so die bereits erwähnte THOMAS wrench; die Instrumente von PHELPS und TRÉLAT, und verschiedene, beifolgend abgebildete Hebel des Verf.s (Fig. 116 A, B, C). Der Ringhebel A dient zur gewaltsamen Korrektion des in den Osteoklasten eingespannten Klumpfußes, das Instrument B zum Herunterholen der Ferse mittels einer um die Hacke gelegten gepolsterten Kette, Hebel C zur nachträglichen Redression des Spitzfußes durch Einschieben in eine Kulisse der Sohlen der Schuhe, welche letztere mittels Spannlasche sicher am Fuß befestigt sind. [Zu beziehen ebenso wie der HEUSNERsche Osteoklast bei KNOCKE & DRESSLER in Dresden.] Fig. 116 D zeigt das hübsche Instrument von MAC CURDY, Nordamerika.

Anhangsweise sind hier noch zu erwähnen einige Hilfsapparate, welche gelähmten Patienten das Aufstehen und die Fortbewegung erleichtern, wie Krücken und selbststehende dreifüßige Stöcke, Zimmerfahrstühle mit einer auf die Räder aufgeschraubten, kreisförmigen Handhabe zum Selbstfahren, das Volkmannsche Laufbänkchen, der Heusnersche Laufstuhl (Fig. 117), die Laufbarren (Fig. 118) und endlich die aus Nordamerika stammenden Räderkrücken und Laufwagen, von welch letzterem wir zwei Modifikationen des Verf.s, hergestellt aus einem abgetakelten Kinderwagen (Fig. 120) und aus einer Fahrbahre (Fig. 119), zur Abbildung bringen. (Letztere kann aus dem medizinischen Warenhaus zu Berlin bezogen werden.)



Fig. 120.

3. Lagerungsvorrichtungen.

Reine Lagerungsapparate, bei welchen ausschließlich durch die Einhaltung einer gewissen Lage, allenfalls unter Mitwirkung des Körpergewichtes Heilwirkungen erzielt werden sollen, gibt es außer den gewöhnlichen Ruhebetten nur wenige. Man kann hierher rechnen einige zur Beseitigung der Verkrümmungen und Erkrankungen der Wirbelsäule dienende Vorrichtungen, namentlich die Barwellsche Schlinge und den entsprechenden, von einem Brettergestell, ähnlich einem umgedrehten Fußbänkchen, getragenen Lederriemen von Julius Wolff, worauf die Skoliotischen mit der Höckerseite gelagert werden, während Kopf und Unterkörper herabhängen. Ferner den ähnlichen Rauchfussschen Apparat, das Lorenzsche Gipsbett, den sogenannten schiefen Sitz, die Stehbetten und einige verwandte, zur Nachbehandlung der angeborenen Hüftluxation dienende Vorrichtungen. So ist z. B. der Fig. 121 abgebildete Apparat des Verf.s, bestimmt, einen abnehmbaren Ersatz für den Gipsverband zu bilden, bei welchem allerdings schon Gummizüge für die Extension und Einwärtsrotation der Beine in Anwendung gezogen werden. Weiterhin die früher bei der Behandlung der Skoliose viel angewandten Lagerungsbetten von Guérin, Bouvier, Pravaz,

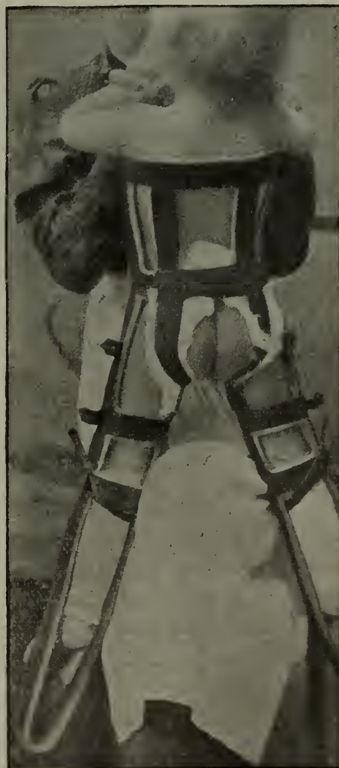


Fig. 121.

A



Mayo, Bigg, meist mit Längs- und Seitenzügen ausgerüstet, und die schiefen Ebenen, beide neuerdings etwas diskreditiert, weil die Patienten sich zu leicht durch Umdrehen den Seitenzügen entwinden können. Das Gleiche gilt von dem Bühringschen Lagerungsapparat, an dessen Stelle der Verf. die Fig. 122 A u. B abgebildete Modifikation benutzt, wobei große, mit Filz gepolsterte und für jeden Fall besonders adaptierte Druckpelotten weit genug auf die Vorderseite herumgreifen, um willkürliches Ausweichen zu verhüten.

B

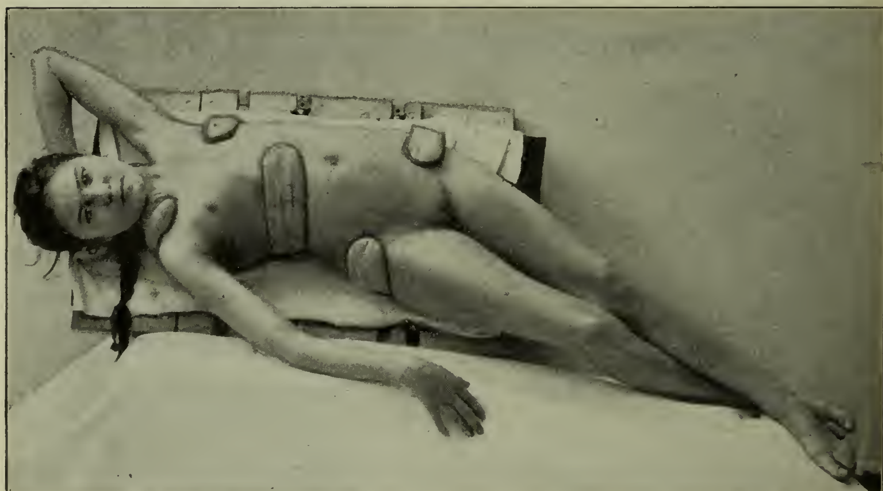


Fig. 122 A u. B.

Zu den Lagerungsapparaten gehören auch die Volkmannschen und Heisterschen Beinladen, sowie ihr Fig. 123 abgebildeter, aus Parés Werken entnommener Urtypus; ferner eine Anzahl zur Korrektion von Kniekontrakturen und Fußdeformitäten dienender Schleifschienen, wie die Eisenbahnapparate von Louvrier, Palasciano, Bonnet, Dumreicher, Collin, Schuckelt, deren Fersenende mittels Rädchen auf Schienen ruht, wie ein Eisenbahnwagen, oder auch auf einem glatten Schleifbrette, und durch Fortschieben infolge der Beinlast die am Knie artikulierte

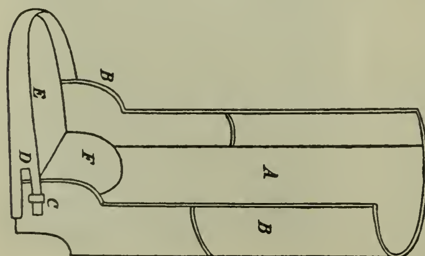


Fig. 123.

Schiene und mit ihr das aufgeschnallte Bein zu strecken sucht. Bei PALASCIANOS, BONNETS und COLLINS Apparaten kommen dabei gleichzeitig elastische Züge, bei den übrigen meist Gewichtszug in Tätigkeit. Noch mehr als bei diesen tritt bei der STROMEYERschen Schiene gegen Spitzfuß und bei der HAUSMANNschen gegen kontrakten Plattfuß die Wirkung von Extensionszügen gegenüber dem Effekt der Lagerung und Eigenschwere in den Vordergrund. Der Fuß wird dabei mit Hilfe von Riemen oder Heftpflastereinwickelungen auf ein bewegliches Schleifbrettchen befestigt und durch Extensionszüge, welche seitlich an dem Brettchen angreifen, in die korrigierte Lage gezwungen, bei STROMEYERS Apparat mit Hilfe einer kleinen Welle nebst Sperrrad, bei dem HAUSMANNschen mittels Kettchen und Zugschrauben.

4. Gewichtszug.

Im Altertum und Mittelalter war die permanente Gewichtsextension, die heute in der Orthopädie eine so große Rolle spielt, nicht bekannt. Zwar erwähnt schon GUY DE CHAULIAC in seinem Tractatus quintus, daß er die gebrochenen Oberschenkel sichere durch Strohladen oder eine Schiene und an den Fuß ein Bleigewicht hänge und dessen Schnur über eine kleine Rolle leite, so daß es das Schienbein längsgestreckt erhält und, wenn ein kleiner Unterschied in der Länge vorhanden ist, denselben allmählich ausgleicht. Doch scheint das Verfahren wieder in Vergessenheit geraten zu sein; denn vier Jahrhunderte später beklagt HEISTER bei der Behandlung von Oberschenkelbrüchen, daß es kein Instrument gibt, welches einige Wochen lang das verletzte Bein immer so ausgestreckt erhalten könne, daß es dem gesunden gleich lang sei. Er rät, bei starker Uebereinanderschiebung der Bruchstücke eine Distraktion durch zwei am oberen Bettende angenagelte Dammgurte und ein um Knie oder Knöchel des gebrochenen Beines gelegtes Band, welches am unteren Bettende befestigt wird, auszuüben. Dagegen lesen wir, daß der jüngere PRAVAZ zu Lyon in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts seiner unblutigen Einrenkung der angeborenen Hüftluxation eine mehrmonatliche Gewichtsextension mit Hilfe einer um das Bein geschnallten Ledergamasche vorausschickte. Etwa um dieselbe Zeit empfahl SEUTIN in Brüssel, bei Oberschenkelbrüchen und bei tuberkulösen Hüft- und Kniegelenkerkrankungen einen Sandsack von 10—12 Pfd. mittelst einer Schlinge an den Pappverband und ein ebenso schweres Gegengewicht mittelst eines gepolsterten Dammriemens über das obere Bettende zu hängen (Fig. 124). Die Gewichtszüge sollten allerdings nur so lange beibehalten werden, bis der festgewordene Verband für sich allein die Fixation und Extension des Gliedes übernehmen konnte. Wahrscheinlich hat SEUTIN bei längerer Anwendung schlechte Erfahrungen gemacht; denn die erstarrenden Verbände, namentlich der Gipsverband, sind zum dauernden Anhängen von Gewichten nicht geeignet, drücken auf einzelne Punkte und veranlassen Schmerz und Nekrose. Das Mittel hierzu wurde uns erst mit der Herstellung gut klebender und reizloser Heftpflaster an die Hand gegeben, wie solche zuerst in Nordamerika in Gestalt der vortrefflichen Gummipflaster in den Verkehr kamen. Daher wurde dort auch zuerst die Methode der Heftpflasterextension heimisch, und es hat sich namentlich SAYRE, dessen Verband gegen Kniekontraktur mit Subluxation auf Fig. 125 abgebildet ist, um die Ausbildung der

Methode verdient gemacht, bei uns zu Lande VOLKMANN, SCHEDE und BARDENHEUER. Bei Beinverbänden muß durch einen Gegenzug am Damm, Höherstellen des unteren Bettendes oder eine sogenannte

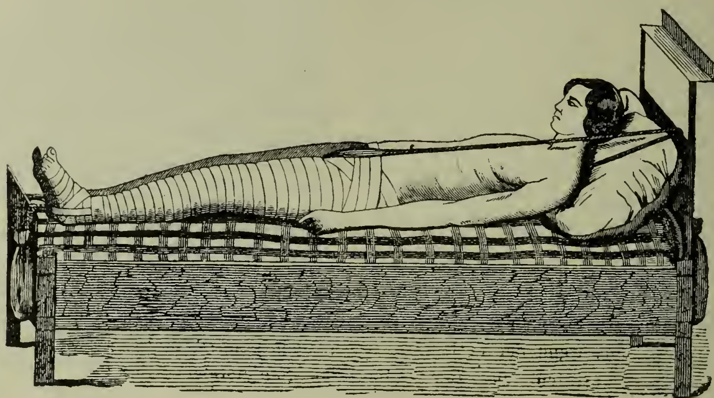


Fig. 124.

GLISSONsche Schwinge, d. h. einen Extensionskragen nebst Spreizeisen für den Kopf, dafür gesorgt werden, daß der Patient im Bett nicht abwärts rutscht. Mit dem Dammriemen, wozu sich z. B. ganz gut ein Strang wollenen Garnes eignet, kann man auch die Adduktionskontraktur eines entzündeten Hüftgelenkes beseitigen, wenn man denselben um die gegenseitige Beckenhälfte leitet. Bei den Extensionskragen ist auf gute Polsterung und Sitz zu achten, namentlich auf gehöriges Herausarbeiten der Kinnrundung, wie es auf dem Fig. 126 abgebildeten Modelle des Verf.s zu sehen ist.

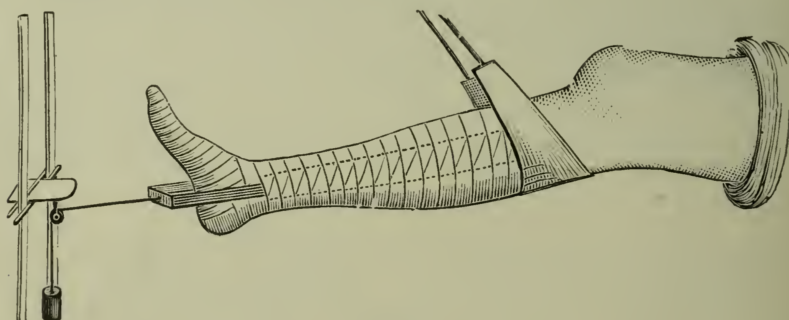


Fig. 125.

Die Schleifbretter, welche man bei den unteren Extremitäten zur Verminderung der Reibung anzuwenden pflegt, sind nicht immer zweckmäßig eingerichtet, namentlich rutscht die VOLKMANNsche Schiene, leicht von den gebräuchlichen dreikantigen Gleitschienen herunter. Besser ist das vom Verf. benutzte, mit erhöhten Rändern versehene Schleifbrett, auf welchem die mit Rädern ausgerüstete Querlatte der Schiene sicher hingleitet (Fig. 127). Eine zweckmäßige, am unteren Bettende anzubringende Kombination von Extensionsrollen hat BRUNS angegeben. (Sie kann gleich sämtlichen Bestandteilen des HEUSNER-

schen Extensionsverbandes bezogen werden von Apotheker Dr. Koch in Neuffen, Württemberg). Die Heftpflasterextension hat neben ihren großen Vorzügen auch einige Nachteile; besonders machen sich bei reizbarer Haut gern Ekzeme, bei unvorsichtigem Anlegen Druckschäden und beim Abnehmen schmerzhaftes Abreißen der Härchen bemerklich.

Diese Uebelstände werden vermieden beim Heusnerschen Extensionsverband, wobei der Klebstoff durch einen mit dem Munde angeblasenen Sprayapparat auf die Haut verbreitet wird und dann Extensionsstreifen aus einem wolligen Stoff von bedeutender Breite aufgeklebt werden, so daß die Gewichtsbelastung über eine möglichst große Oberfläche verteilt wird. Die früher etwas umständliche Zusammensetzung der Sprayflüssigkeit ist jetzt sehr vereinfacht: Terebinth. venet. 50,0, Spiritus 100,0. Die Flüssigkeit ist leicht herzustellen, und übertrifft an Billigkeit, Klebkraft und Reizlosigkeit bei weitem die von Finck angegebene Modifikation. Als Extensionsstoff benutzt man rauhe Flanellbinden, wolligen Barchent oder auch weichen Filz, an der Außenseite durch aufgenähte Leinwandstreifen verstärkt. Zum Anwickeln dienen ungestärkte Gazebinden, über welche noch einige Touren gestärkter Binden kommen, die durch Ueberstreichen mit der Hand fest angedrückt werden müssen, da nur so die dünne Klebstoffschicht haften kann. Knöchel und Kniekondylen müssen, wie bei der Heftpflasterextension, durch untergelegte Wattekränzchen geschützt werden. Die Abnahme geschieht ohne Schmerz und Schwierigkeiten durch Abziehen der Extensionsstreifen, worauf die geringe, auf der Haut zurückbleibende Klebemasse mit einem Spiritustupfer abgewischt wird. Gut angelegte Verbände der Art tragen gleich nach der Fertigstellung die größten Gewichte. Bei einem renitenten Falle von angeborener Hüftluxation eines älteren Mädchens wurden wochenlang 50 Pfd. an das Bein gehängt, wobei, um den Kniebändern keine zu starke Dehnung zuzumuten, die Last auf zwei getrennte Verbände für Ober- und Unterschenkel verteilt wurde. Dagegen bieten alle Versuche, Ringe, Haken u. dergl. Fixationsmittel in die Bindentouren aufzunehmen und daran elastische Zügel etwa zur Korrektion des Klumpfußes anzubringen, wie es von Sayre, Phelps, Sprengel und Finck versucht wurde, wenig Aussicht auf Erfolg, mag man Heftpflaster oder eine andere Klebemasse benutzen, weil die Verbände an den Zugstellen zu stark in Anspruch genommen werden, auf die Dauer reizen und abrutschen. Natürlich kann man in gleicher Weise bei Gelenkerkrankungen der oberen Extremität die Heftpflaster- oder



Fig. 126.



Fig. 127.

Harzsprayextension mit Vorteil verwenden, wenn der Patient zu Bett liegt. Daß dieselbe auch bei ambulanter Behandlung benutzbar ist, zeigt

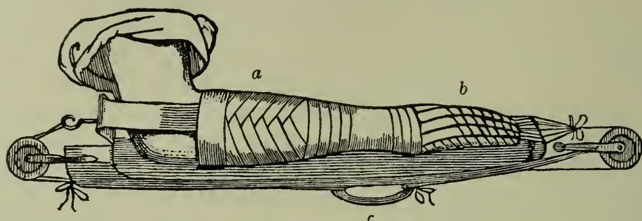


Fig. 128.

der Fig. 128 abgebildete hübsche Distraktionsapparat v. ESMARCHS für ein entzündetes Handgelenk. Beim Ellenbogen und der Schulter wirkt schon die Eigenschwere extendierend, welche man durch angehängte Gewichte oder durch den Fig. 129 abgebildeten Apparat des Verf.s unterstützen kann. Eine artikulierte LEVISsche Schiene wird mit Stärkebinden an den Arm angewickelt, und ein Bleigewicht mit Hilfe eines daran befestigten Eisenstabes in eine rückseitige Kulisse der Vorderarmkapsel geschoben und durch eine locker um den Hals gelegte Schnur gegen unvermutetes Herunterfallen gesichert. Der Unterarm wird durch das nach hinten hervorragende Gewicht im Ellenbogen rechtwinkelig gestellt und wirkt wie ein Wagebalken zusammen mit dem Gewichte in senkrechter Richtung extendierend. Der Apparat eignet sich nicht bloß für chronische Gelenkentzündung, sondern besonders auch zur Flexion des in gestreckter Stellung versteiften Ellenbogens und wurde von WESTHOFF für diesen speziellen Zweck noch mit einem Schwingpendel kombiniert.



Fig. 129.

5. Zugriemen und elastische Bänder.

Lederriemen und Hanfschnüre sind eins der ältesten und unentbehrlichsten Hilfsmittel der Orthopädie, dienen zur beweglichen Verbindung von Apparatenteilen, zum Anheften von Gewichtszug und anderer Hilfskräfte und zur Beschränkung allzu ausgiebiger Bewegungen. Wenn z. B. das Kniegelenk eines gelähmten Beines durch eine künstliche Strecksehne in Gestalt eines an der Schiene angebrachten gekreuzten Gummizuges ersetzt wird, so kann es nützlich sein, noch ein locker gespanntes Lederkreuz darüber an-

zulegen, welches Flexion über einen gewissen Winkel hinaus hemmt und den Träger vor unvermutetem Hinstürzen bewahrt. Als endlosen Riemen bezeichnet man eine, namentlich bei künstlichen Gliedmaßen benutzte, Verbindung zweier Apparatenteile mittels einer Schlinge, die am Scheitelpunkte um eine Rolle geführt ist, so daß ihre Schenkel trotz der Biegungen immer dieselbe Spannung behalten (Figur 130). Eine sehr intelligente Anwendung von Hanfschnüren zeigt der Figur 131 abgebildete Apparat des Fabricius Hildanus zur Mobilisation streck-steifer Finger, wobei die von Fingerhüten bedeckten Endglieder mittels Bindfäden gegen einen rechenartigen Apparat an der Vorderarmkapsel angezogen werden. Wem fällt dabei nicht der Flexionsrechen Reibmeyers ein, sowie der Beugeapparat Krukenbergs, bei welch letzterem Fäden von den Spitzen von Handschuhfingern gegen den Vorderarm hin gespannt werden. Als ein originelles und zweckmäßiges Befestigungsmittel derartiger Fingerschnüre empfiehlt Hoffa den als „Mädchenfänger" bekannten Haftapparat. Zur Korrektion der sogenannten Hammerzehen benutzt man mit gutem Erfolge Bandschlingen, welche sattelförmig über den dorsalen Krümmungsscheitel gelegt und mit ihren Endschnüren durch Löcher einer kurzen in den Strumpf gelegten Leder- oder Blechsohle hindurchgezogen und unterhalb der letzteren zusammengebunden werden. In ähnlicher Weise zieht Hessing mit einem um die Knöchelgegend gelegten Lederkragen und 6 daran befestigten starken Leinenschnüren den Fuß gegen die Eisensohle seines Schienenhülsenapparates herunter und bewirkt dadurch die Extension der Beingelenke. Eine ebenfalls brauchbare, mit bloß 2 Schnüren versehene Extensionslasche rührt von Nebel her (Fig. 132).

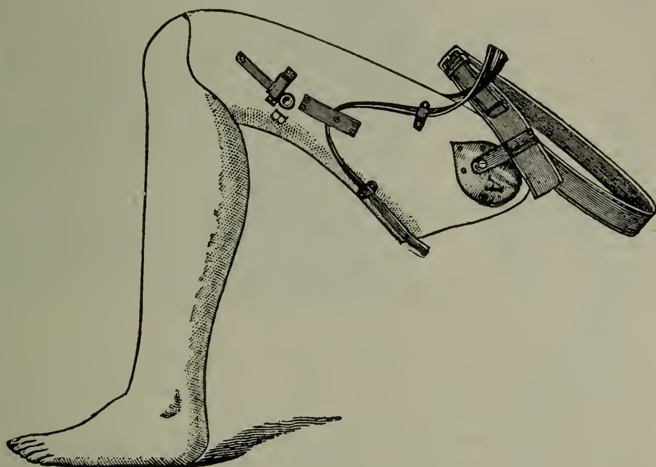


Fig. 130.

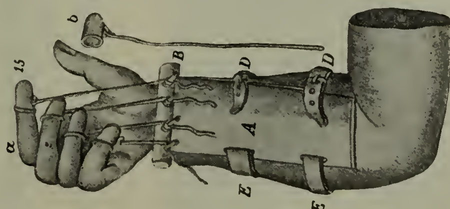


Fig. 131.

Noch gebräuchlicher als Riemen und Hanfschnüre sind in der modernen Orthopädie elastische, aus Gummifäden gewebte, oder in Gestalt des Gummischlauches verwendete Zügel, ein Hilfsmittel, welches sich erst mit der neueren Industrie entwickelt hat. Wollten

die alten Aerzte von elastischen Zügen Gebrauch machen, so verwendeten sie spiralförmig gewundene Drahtfedern. Fig. 133 zeigt eine außerordentlich einfache Anwendungsform des elastischen Zuges

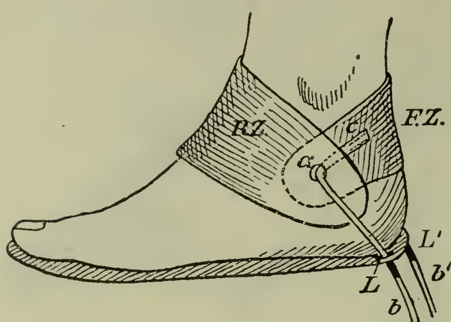
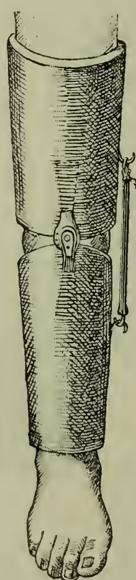


Fig. 132.


Fig. 133.

in Gestalt einer in Achtertouren um Fußknöchel und Metatarsus herumgelegten Schlinge, um eine dorsalwärts dislozierte Zehe nach der Plantarfläche herunterzuhalten. Durch elastische Bänder, welche von einem Hüftgürtel spiralig um die Beine nach der Außenseite der Füße geführt sind, können einwärts gerichtete Extremitäten nach auswärts gedreht werden, ein früher vom Verfasser benutztes Verfahren (Fig. 134). Mikulicz hat uns mit dem Fig. 135 abgebildeten ingeniösen Apparate gelehrt, wie man mit Hilfe eines am Knie geteilten Gipsverbandes, dessen Hälften durch sagittal gestellte Scharniere verbunden sind, und eines an der Innenseite angebrachten Gummizuges in einfachster Weise das X-Bein korrigieren kann. Payr hat neuerdings ein ähnliches Verfahren angegeben zur Streckung von Kniekontrakturen, wobei seitliche Kniescharniere und ein dorsaler Gummizug, welcher an eingegipsten Winkelhebeln anfaßt, zur Verwendung kommen. Beifolgender, vom Verf. improvisierter Stärkebindenverband (Fig. 136) zeigt zwei kombinierte, mit Hilfe von Gummizügen hergestellte Kniestreckvorrichtungen anderer Art. Aus der Oberschenkelhülse ragt frei über Knie und Unterschenkel hinaus ein an der Spitze hakenartig umgebogener Bügel, hergestellt aus den früher erwähnten Einlageschienen, welcher den


Fig. 134.


Fig. 135.

redressierenden Gummizug trägt. Hier ergänzen sich die Federkraft des aus zwei zusammengewickelten Stahlstäben hergestellten Bügels und die Elastizität des dreifach geschlungenen Gummibandes zu einer



Fig. 136.

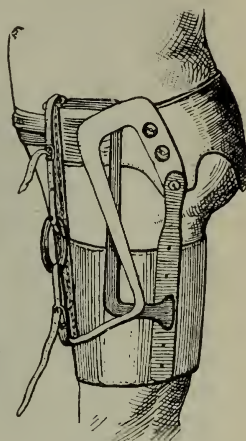


Fig. 137.

sehr energischen Wirkung. Der zweite unterhalb liegende Streckapparat zeigt uns den Gummizügel als auseinanderschiebende Kraft, eine Umformung der Zugwirkung, die uns zuerst Bertsch mit seinem Fig. 137 abgebildeten Apparat zur Streckung des flektierten Hüftgelenkes gelehrt hat. In die Außenseite des oberen und unteren Verbandabschnittes unseres Kniestreckapparates sind Einlageschienen mitaufgenommen, an deren vom Knie abgewandten Enden je ein

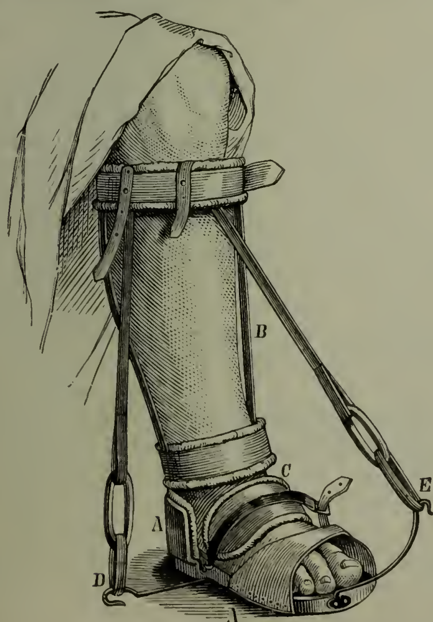


Fig. 138.



Fig. 139.

Stahlstab mit Hilfe einer Niete drehbar befestigt ist. Zwischen den in entgegengesetzter Richtung übereinander ragenden freien Enden der Stäbe wird ein starker Gummiriemen ausgespannt, und die Stäbe nebst Riemen werden durch zwei locker umgelegte Metallringe verhindert, aus der geraden Linie zu weichen. Der Zugriemen sucht durch seine Verkürzung die Stäbe auseinanderzuschieben, also das Kniegelenk zu strecken.

Daß man den Gummizug vorteilhaft auch zur Korrektion des Klumpfußes benutzen kann, ist schon gelegentlich des Gipsverbandes erwähnt (vergl. Fig. 105), und die beifolgende Abbildung einer von Blanc herrührenden Klumpfußmaschine (Fig. 138), welche aus Volkmanns Arbeit in Pitha-Billroths Chirurgie entnommen ist, zeigt uns eine ältere und einfachere Anwendungsweise der Gummizüge als bei dem neuen Apparate von Finck in Charkow.

Eine andere Form der distendierenden Kraft der Gummizüge werden wir später bei verschiedenen Stützkragen für den Kopf kennen lernen. Die Fig. 139, Levachers Kopfstütze aus dem Jahre 1764 darstellend, zeigt, wie man sich in dieser Beziehung zu helfen wußte, als man die elastischen Zügel noch nicht kannte, und lehrt uns zugleich den Urtypus des noch heute viel angewandten Sayreschen jury mast kennen.

6. Zug- und Druckfedern.

Ein weiteres wichtiges Hilfsmittel der Orthopädie sind Federn, aus dünnen Stahlstäben oder Stahl- und Messingdraht hergestellt, deren Streckkraft, wenn sie durch Beugung gespannt werden, sehr bedeutende Wirkungen auszuüben vermag. Hierher gehört der originelle Apparat von Stillmann zur Korrektion des runden Rückens mittels zweier Druckpelotten (Fig. 140), welche von einem Beckengürtel entspringen und durch eine Art Winkelhebel mit Hilfe von Achselgurten (letztere nicht abgebildet) gegen den Thorax herangehalten werden. Aehnlich wirkt der bekannte Nyropsche Redressionsapparat, wobei eine kräftige, halbkreisförmig nach hinten umgebogene Stahlfeder mit Hilfe von Achselriemen, welche an einem Querarm angebracht sind, gegen die Rückenrundung angepreßt wird. Ferner sind hier zu nennen eine Anzahl von Redressionsapparaten für das kontrakte Knie, besonders die energisch wirkende Hessingsche Schlägerklinge, welche, über einem auf den Kniescharnieren des Schienenhülsenapparates stehenden halbkreisförmigen Bügel befestigt, an ihren Enden mit Hilfe von Schnallenriemen gegen Ober- und Unterschenkel herangezogen wird. Ebenso der ältere Apparat von Oehler, bei welchem statt der Schlägerklinge ein auf der Außenschiene angebrachter Stahldraht durch Niederbiegen seiner Enden in ähnlicher Weise angespannt wird. Fig. 141 zeigt die ingeniöse Vorrichtung von Heather-Bigg zur Korrektion von Kniekontrakturen mit Sub-



Fig. 140.

luxation des Unterschenkels. Die Seitenscharniere sind aus je zwei übereinander stehenden Gelenken zusammengesetzt, und vier daran befestigte kräftige Druckspiralen suchen mit Hilfe von Hebeln und Zugkappen den Tibiakopf in die richtige Lage zurückzuführen. Ganz ähnlich wirken die beiden Zugspiralen auf dem Fig. 142 abgebildeten Eschbaumschen Reduktionsapparate, der ebenfalls mit Doppelgelenken und Seitenhebeln ausgerüstet ist, welch letztere rechtwinkelig auf dem die Seitenstangen verbindenden Zwischenglied stehen.

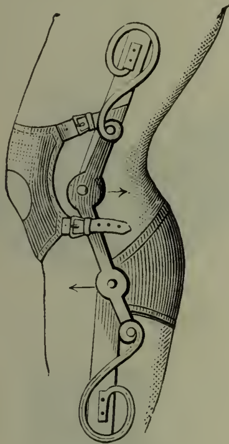


Fig. 141.

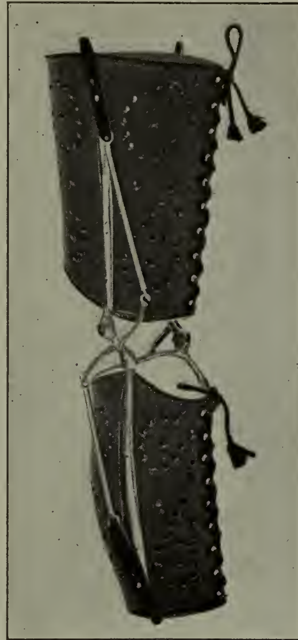


Fig. 142.

Eine neue Art von Federapparaten bilden die Heusnerschen Stahldrahtserpentinen, hergestellt aus 15—20 Windungen von kalt gebogenem Stahldraht verschiedener Stärke, deren ösenförmige Enden nach Bedarf gerade oder rechtwinkelig aufgebogen sind (Fig. 143). Für viele Zwecke ist es besser, zwei aufeinander liegende Federn zu kombinieren, in der Weise, daß ihre Enden ineinander übergehen, wie es die untere Abbildung zeigt, weil man so dünneren Draht

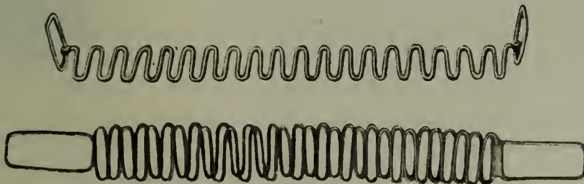


Fig. 143.

benutzen kann, und die Federn nicht so leicht eine ungehörige Biegung annehmen. Besonders gut eignen sich dieselben zur Korrektion von Fußdeformitäten. Bei der so häufigen angeborenen Einwärtsrichtung der Füße bei Kindern läßt man Nachts eine Feder

tragen, deren Enden von rückwärts in Längskulissen der Absätze leichter Schuhe eingeschoben werden. Will man umgekehrt Einwärtsrotation, z. B. bei der Nachbehandlung der angeborenen Hüftluxation, herstellen, so schiebt man die Federenden von vorne her in die Schuhsohlen ein, wodurch die auf Fig. 144 A abgebildete Fußstellung eintritt. Biegt man die Enden rechtwinkelig um und schiebt die Feder von vorne her ein, so werden die Füße in Pronationsstellung gedreht (Fig. 144 B), und dieses Verfahren hat sich als recht wirksam erwiesen für kontrakten Plattfuß. Schiebt man die umgebogenen

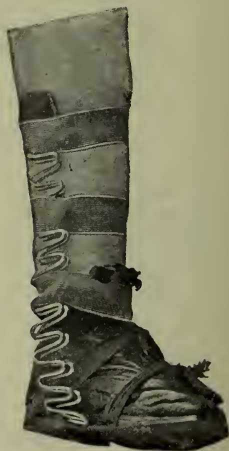
A



B



D



C

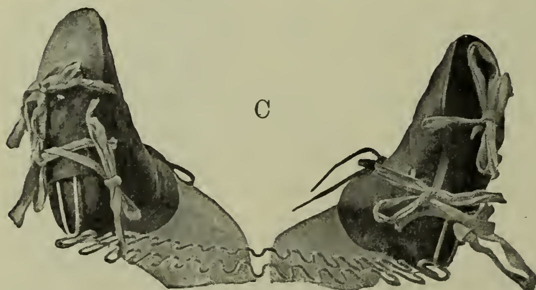


Fig. 144 A—D.

Federenden von rückwärts her ein, so wirkt die Feder supinierend, wie es bei Klumpfußstellung erwünscht ist (Fig. 144 C). Damit die Füße die dem Schuh aufgezwungene Drehung mitmachen, ist es nötig, sie mit einer Spannlasche auf der Sohle zu fixieren. Natürlich kann man die Feder ähnlich wie die Seitenstangen beim Scarpaschen Apparat auch bei Tagesschuhen verwenden, indem man sie von außen her in eine Querkulisse einschiebt und dann mit Hilfe elastischer Bänder gegen den Unterschenkel heranzieht (Fig. 144 D). Damit sie

in diesem Falle die Kulisse nicht auseinandertreibt, legt man über letztere an der oberen und unteren Seite Metallplättchen, deren Ränder durch die Sohle mit Stiften vereinigt werden. Die Laschenbänder können in diesem Falle nicht unter den Füßen geschlossen werden, wie bei den Nachtschuhen, sondern müssen durch besondere kleine Querkulissen der Sohlen durchgezogen und auf dem Fußrücken zusammengebunden werden. Figur 145 zeigt die Anwendung einer sehr kräftigen, rinnenartig gebogenen und mit derbem Filz gepolsterten Feder als Flexionsapparat für einen strecksteifen Ellenbogen durch Anwickelung gegen dessen Rückseite. Natürlich könnte man eine schwächer gebogene Feder in umgekehrter Weise gegen Flexionskontrakturen benutzen, indem man sie gegen die Beugeseite befestigt. Eine ebenfalls praktische und bewährte Anwendungsweise, welche für die Krankenhausbehandlung paßt, ist auf Fig. 146 dargestellt. Der linke Ober- und Unterarm sind umhüllt mit Verbänden aus Filz- und Stärkebinden, welche mit Hilfe des Harzsprays an die Haut festgeklebt sind. In die Bindentouren sind Schiebekulissen eingelassen, hergestellt aus den oben beschriebenen Einlageschienen, indem letztere in der Mitte wie ein U mit engem Zwischenraum zusammengebogen und bis auf den frei bleibenden Endspalt zugewickelt werden. In die nach oben resp. unten gerichteten Mündungen wird eine längere Serpentinfeder mit ihren Enden eingeschoben, wodurch dieselbe



Fig. 145.



Fig. 146.

eine halbkreisförmige Biegung erhält und eine kräftig streckende Wirkung entfaltet. Man kann sich auch auf das Anbringen nur einer Schiebekulisse am Unterarm beschränken und das entsprechend umgebeugte obere Federende einfach am Oberarm anwickeln. Auch für X-Bein kann die Serpentinenfeder in Verbindung mit zwei, bloß Nachts zu tragenden Lederkapseln für die Unterschenkel und Füße angewendet werden, wie Fig. 147 zeigt. Die Feder wird in Längskulissen an den Innenseiten der Unterschenkelhülsen von unten her eingeschoben, drückt dann die Kniee kräftig nach außen, die Füße nach einwärts. Fig. 148 A zeigt die Feder in Verbindung mit einem Hüftbügelkorsett und einem Schienenhülsenapparat als Korrektionsmittel gegen Flexions- und Adduktionskontraktur bei einer nicht reponiblen angeborenen Hüftluxation. Befreit man dieselbe aus ihrem Fig. 148 B abgebildeten Befestigungshaken, so krümmt sie sich in der Pfeilrichtung nach rückwärts und aufwärts; hakt man sie wieder fest, so übt sie eine kräftig redressierende Wirkung in derselben Richtung aus. Fig. 148 C stellt das lose HESSINGsche Schiebe- oder Ringgelenk vor, welches in diesem Falle zur Verbindung der Seitenstange mit dem Korsett verwendet wurde. Dasselbe ermöglicht die Schiebungen der Seitenstange, dient außerdem zur Sicherung einer bestimmten Rotationsstellung des Beines, welche durch Vor- oder Rückwärtsversetzung der Oese in stärkere Einwärts- oder Auswärtsdrehung verwandelt werden kann. Auch am Korsette selbst sind Serpentinenfedern als Stützen der Achselkrücken benutzt, sie sind in diesem Falle zweckmäßiger als die gewöhnlichen festen Stahlstäbe, weil letztere wegen der starken Schwankungen des Oberkörpers gerne abbrechen, während die elastischen Federn sich anpassen und nachgeben. Ihre unteren Enden werden nicht festgeschraubt, sondern durch Einschieben in Ledertäschchen, die an den Hüftenbügeln hängen, befestigt. — Fig. 149 A endlich zeigt einen zur Nachbehandlung eingerenkter Hüftluxation dienenden Apparat des Verfassers. Ein Lederkoller ist durch zwei kräftige, seitlich aufgenähte Serpentinenfedern, welche in weiches Leder eingeschlossen sind, mit zuschnürbaren ledernen Oberschenkelhülsen verbunden. Die Federn halten durch eine entsprechende Biegung die Beine in abduzierter Stellung und können sich infolge ihrer Umhüllung in sagittaler Richtung nur wenig bewegen, verhindern daher stärkere Flexion. Um die Beine laufen zu den Schuhen hinab Spiralfedern aus stricknadeldickem Stahldraht, welche



Fig. 147.

unten durch Einschiebung in dünne Metallröhrchen, die aus der Sohle hervorragen und senkrecht aufgebogen sind, befestigt werden (Fig. 149 C). Durch Anziehen des oberen Federendes im Sinne der Einwärtsrotation wird auch das untere Ende mit den Füßen nach einwärts gedreht und in dieser gegen die Wiederverrenkung zweckmäßigen Stellung durch die aus der Fig. 149 B ersichtliche ein-

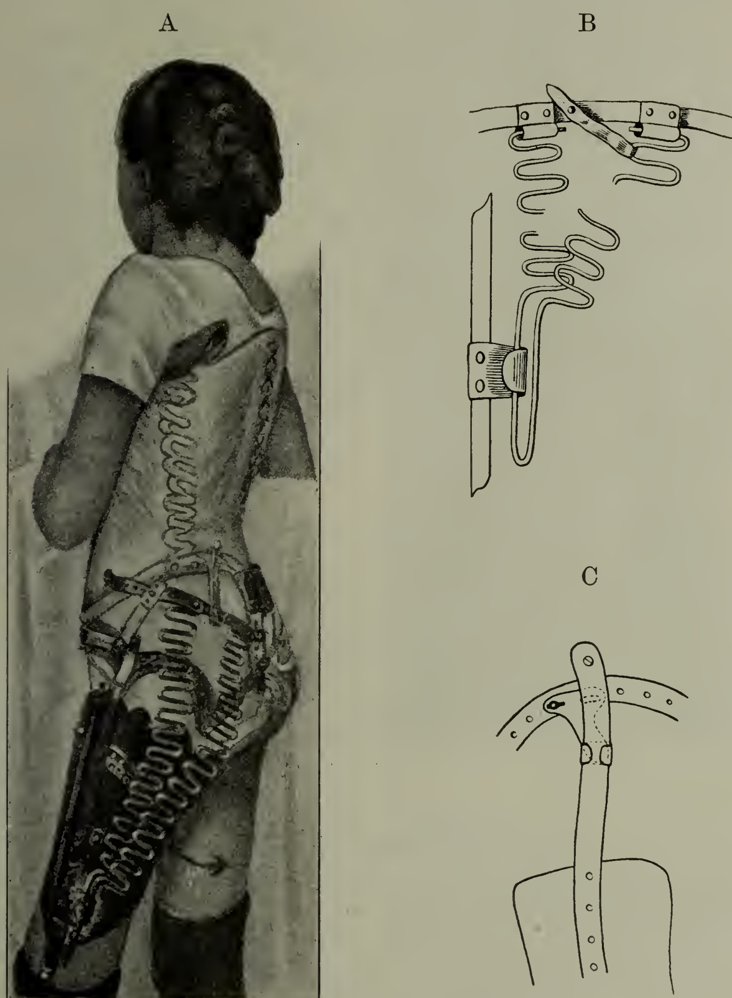


Fig. 148 A—C.

fache Fixationsvorrichtung festgehalten. Auf der obersten Spiraltour sind nämlich perlenartige Verdickungen in fingerbreiten Abständen aufgelötet. Wird nun diese Tour in die Haken zweier an der Kapsel aufgenähter Krampen gelegt und mit elastischem Zug nach unten gehalten, so wird das Aufdrehen der Spirale durch die auf dem Drahte angebrachten Knötchen verhindert. Durch eine ähnliche Spiralfeder, welche oben an der Achselkrücke eines Korsettes, unten an einer

Vorderarm- und Handkapsel angeheftet wird, kann man Einwärtsstellungen des Armes, wie sie bei spastischer Paralyse, frühzeitigen Epiphysenlösungen etc. vorkommen, erfolgreich bekämpfen.

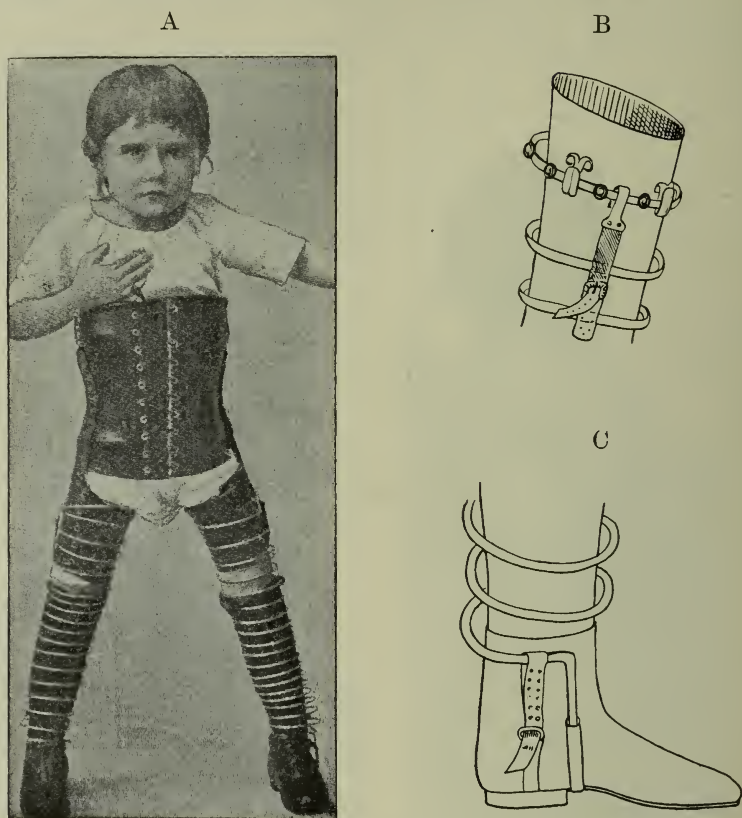


Fig. 149 A—C.

7. Schraubenkraft.

Die Schraube eignet sich besonders zur Ausübung langsam fortschreitender, energischer und genau zu bemessender Kraftwirkungen sowie zur Fixation des Erreichten auf jeder Stufe; unentbehrlich ist sie zur Zusammenfügung von Apparatenteilen. Im Altertum und Mittelalter, wo die Auswahl der Hilfsmittel eine beschränktere war als heutzutage, wurde von der Schraubenkraft eine desto ausgedehntere Anwendung gemacht. Daher ist auch bei den heutigen Schraubenapparaten ein Fortschritt gegen die Zeiten, wo die Panzerschmiedekunst aus jedem tüchtigen Schlosser auch einen Verfertiger orthopädischer Apparate schuf, kaum zu verzeichnen. Es erhellt dies sofort aus der Betrachtung des Fig. 150 abgebildeten kunstvollen Oplomochlion des Fabricius ab Aquapendente, einer Zusammenfassung aller gebräuchlichen orthopädischen Redressionsmittel aus dem 16. Jahrhundert, in Gestalt einer Ritterrüstung, leider ohne ein Wort der Erklärung, daher nicht in allen Einzelheiten verständlich. Wir

erblicken darauf eine sogenannte Minerva, d. h. eine helmartige Kopfumhüllung mit Schraubenvorrichtungen in der Nackengegend (Fig. 150 B), um den Kopf passiv in verschiedener Richtung zu bewegen, wie es bei Halswirbelcaries und Caput obstipum erwünscht sein kann. Eine von

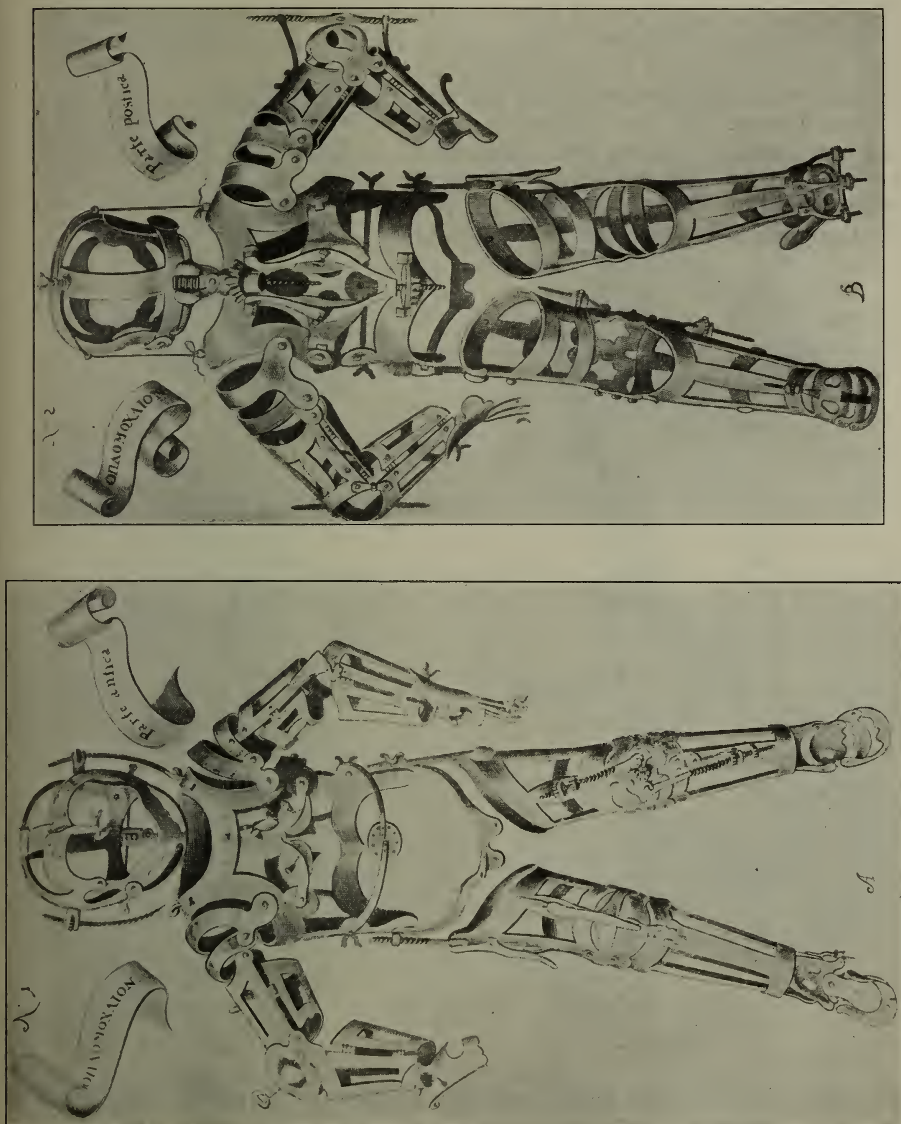


Fig. 150 A u. B.

den Schultern über den Scheitel geführte Schnur mit Triebschraube auf der Höhe dient zur Neigung nach rechts oder links, eine senkrecht gestellte Schraubenspindel auf der oberen Rückengegend zum Höher- und Tieferstellen des Helmes. Ein Brustharnisch, aus zwei um eine Querachse beweglichen Abteilungen gebildet und mit schulterblattähnlichen Pelotten ausgerüstet, war, wie es scheint, zur Korrektion

von Höckern der Wirbelsäule bestimmt. An der Vorderseite (Fig. 150 A) sind ebenfalls Pelotten mit Druckschrauben angebracht, wohl zum Zurückdrängen vorstehender Rippenpartien. An der Nabel- und Leistengegend sind Bruchbänder von der damals üblichen Gestalt sichtbar. Am rechten Ellenbogen bemerkt man eine zur Streckung und Beugung dienende Schraubenspindel ganz ähnlicher Art, wie sie neuerdings von Golebiewsky wiedererfunden wurde. An der linken Hand gewahren wir Druckhebel zum Niederbeugen des versteiften Handgelenkes sowie der einzelnen Finger. An der rechten Seite ist ein zweiarmiger Hebel mit rückwärts aufgebogenem Schwanzende sichtbar, wahrscheinlich zur Beseitigung von Flexionskontrakturen mit Hilfe einer

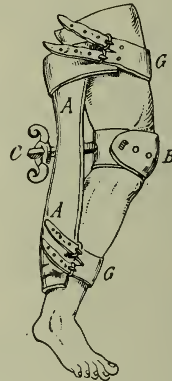


Fig. 152.

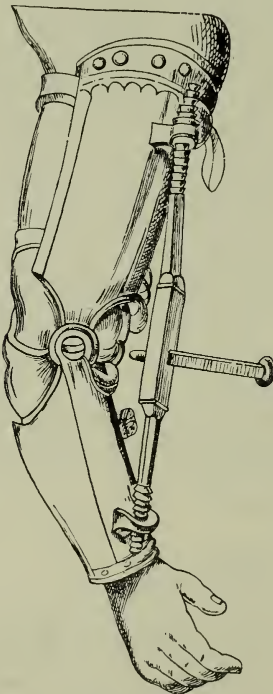


Fig. 151.

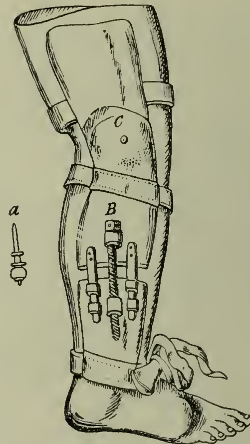


Fig. 153.

um das hakenförmige Ende befestigten Schnur bestimmt. Die Beinschienen sind mit dem Beckengürtel durch Schrauben in verschiedener Richtung drehbar zusammengefügt. An der Vorderseite des linken Knies ist ein in frontaler Richtung wirkendes Scharnier mit Sperrrad und Schnappfeder angebracht, wohl zur Korrektion von X- und O-Bein bestimmt. An der hinteren Seite der Fußgelenke ist links eine Schraubenvorrichtung zum Heben und Senken der Ferse, also für Spitz- und Hakenfuß, rechts eine solche für Supination und Pronation sichtbar. Wir reproduzieren auf Fig. 151 einen Schraubenapparat zur

Streckung des Ellenbogens aus dem Feldarzeneibuch des Straßburger Wundarztes Hans v. Gerssdorf. Er ist ganz ähnlich den bekannten Streckapparaten Burows und Eulenburgs, wie der Fig. 152 abgebildete Kniestreckapparat des Fabricius Hildanus mit den neuzeitigen Apparaten von Wilh. Busch und von Gross übereinstimmt.

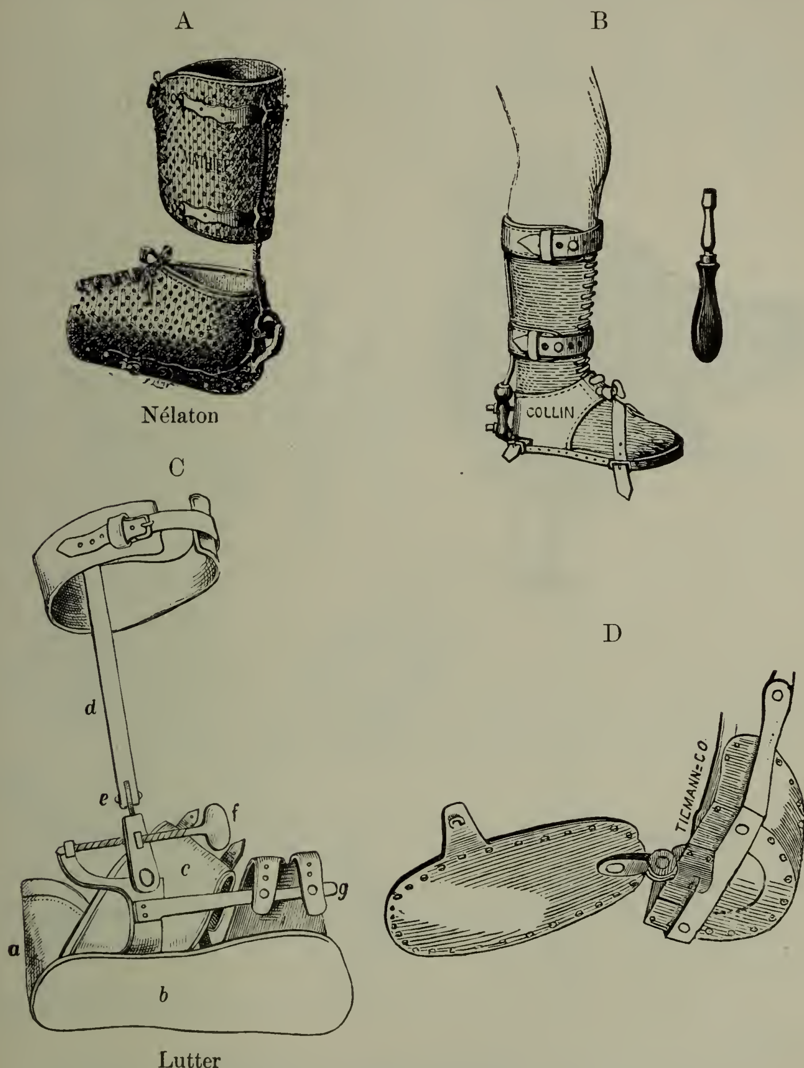


Fig. 154 A—D.

Die eigentliche Domäne der Schraubenredression war bis zum Bekanntwerden der Gummizüge und Serpentinenfedern der Klumpfuß, wobei es galt, das verkrümmte Glied durch langsam fortschreitende Wirkung in drei Richtungen zu korrigieren. Daß auch hier im Mittelalter schon Vortreffliches geleistet wurde, beweist außer dem Oplomochlion der auf Fig. 153 abgebildete Apparat des Fabricius

Hildanus, bei welchem die Außenkante des Fußes mit Hilfe einer zwischen beide Hälften der äußeren Seitenschiene eingeschalteten Schraubenspindel nebst Führungsstiften in die Höhe gehoben werden kann.

Fig. 154 A—D sind einige der zahlreichen neueren Schraubenapparate für den Klumpfuß wiedergegeben, deren Einrichtung und Autor aus den Abbildungen ersichtlich ist. Die meisten leiden an dem Fehler, daß die Erfinder zu viel Geist auf die redressierenden Schraubenvorrichtungen und zu wenig auf die gute Fixation des Fußes im Apparate verwendeten, ohne welche alle Mühe vergeblich ist.



Fig. 155.

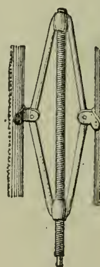


Fig. 156.

Vielfach begegnen wir bei den Klumpfußmaschinen statt der Zugschraube der weniger Raum beanspruchenden Schneckenschraube oder Schraube ohne Ende, wie z. B. am Hossardschen Skoliosenapparat, an der Stromeyerschen Kniestreckmaschine und vielen Minerven. Auf Fig. 155 ist der Heusnersche Schraubenkorrektionsapparat gegen Hohlfuß abgebildet, auf Fig. 156 Hennequins Distensionsschraube zum Auseinanderdrücken zweier strecksteifer Oberschenkel, von Hoffa auch benutzt, um den herabgestreckten versteiften Oberarm gewaltsam von der Brust zu entfernen.

8. Mechanische Hilfsmittel an orthopädischen Apparaten.

Bei der Herstellung der orthopädischen Apparate kommen eine Reihe mechanischer Hilfsmttel zur Verwendung, deren wichtigste auf Fig. 157 abgebildet und mit Hilfe einiger kurzer Bemerkungen ohne weiteres zu verstehen sind:

1 Verschiebliche Verbindung zweier Seitenstangen mit Hilfe von Schlitzen und Schrauben.

2 Eine anderweitige Schiebevorrichtung.

3 Verbindung mittelst Flügelschraube und schlitzförmigen Durchlasses.

4 Verlängerung einer Schiene mit Hilfe von Zahnstange und Zahnrädchen.

5 Verlängerung mit Hilfe einer Schraubenspindel.

6 Zusammenfügung zweier runder Stangen mittelst Bajonettverschlusses.

7 Zusammenfügung mittelst Einschiebung und Haftschraube. Die Schraube faßt in eine Kreisfurche des Stiftes, verhindert bei mäßigem Andrehen sein Herausrutschen und gestattet gleichzeitig kreisförmige Bewegungen. Bei festem Andrehen wird der Stift völlig fixiert.

8 Kugelgelenk. Die aus zwei Hälften zusammengesetzte Hohlkugel kann durch eine Schraube fester oder lockerer gestellt werden.

9 Einfaches Scharniergelenk.

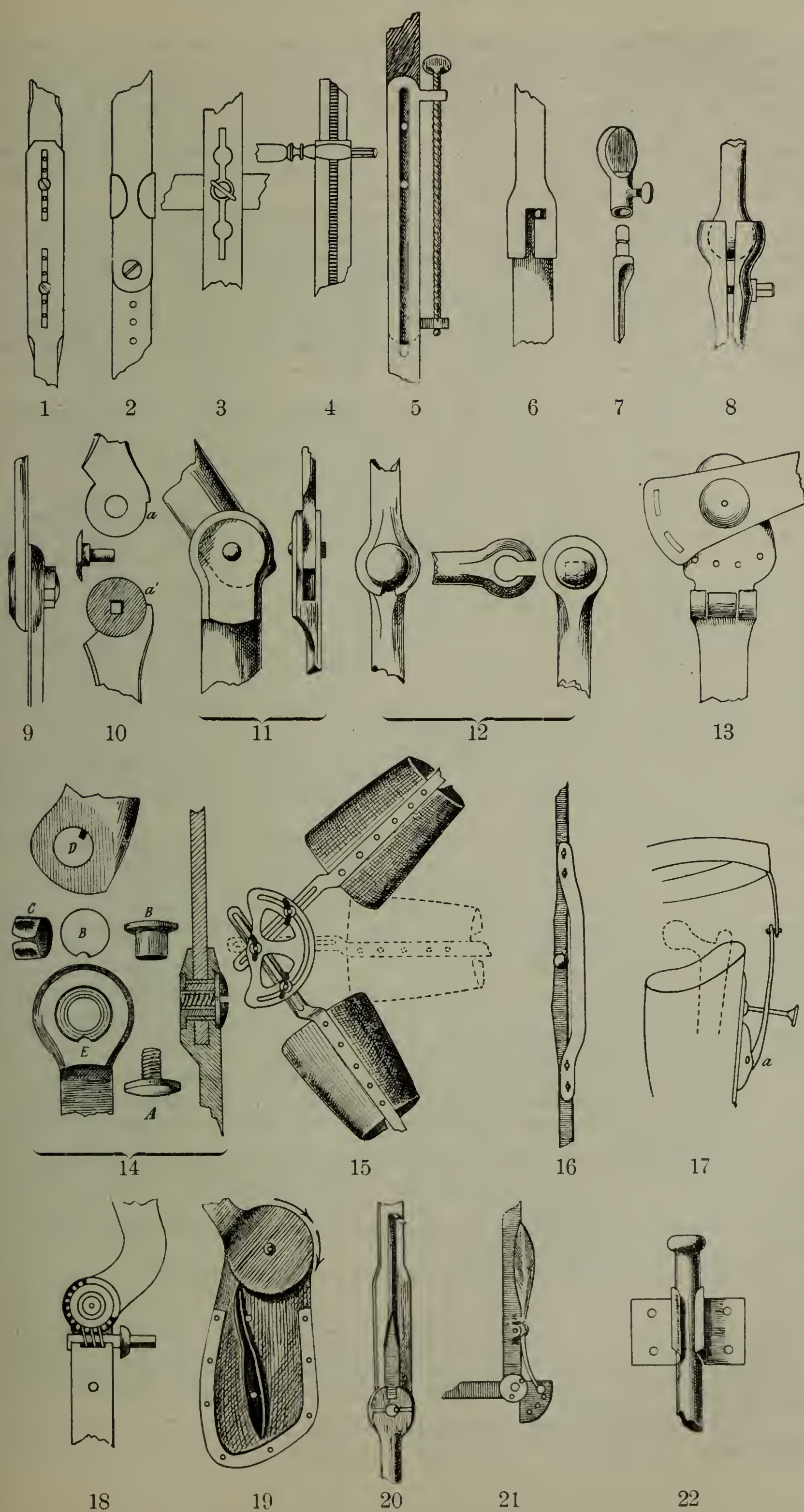


Fig. 157, 1—22.

10 Eingefrästes Scheibenscharnier. Die aufeinander schleifenden Stangen sind bis zur halben Dicke ineinander versenkt; die obere Gelenkstange hat ein rundes, die untere ein viereckiges Loch für den entsprechend gestalteten Nietstift. Die Verbindung ist eine festere, die Abnutzung eine geringere als bei Fig. 9, da die Last nicht nur von der Stiftachse, sondern in der Hauptsache von der Umrandung der versenkten Scheiben getragen wird. Die Hemmung der Bewegung erfolgt durch Gegeneinanderstoßen der Metallnasen $a—a_1$. Durch Zurückfeilen der letzteren kann die Exkursionsbahn beliebig vergrößert werden.

11 Zweilippiges Scharnier. Die obere Gelenkstange rotiert in einem zweilippigen Gelenkspalt der unteren. Die Hemmung erfolgt durch eine an der oberen Stange vorstehende Nase, welche die Streckung nur bis zur geraden Linie gestattet.

12 Auseinandernehmbares Scharnier. Der obere Gelenkteil hat vorne einen in das Nietloch führenden Ausschnitt. Der Nietzapfen ist von oben nach unten abgeflacht. Bei rechtwinkliger Stellung kann die obere Gelenkscheibe mit ihrem Spalt auf den abgeflachten Nietzapfen geschoben werden. Geradlinig gedreht, wird sie darauf festgehalten.

13 Kombination eines über die Fläche biegbaren sogenannten Bandscharnieres mit einem Scheibenscharnier, wie sie öfters an Hüftapparaten benutzt wird, um Bewegung in sagittaler und frontaler Richtung zu gestatten. Die Schlitze und Schraubenlöcher dienen zur Fixation in beliebigem Winkel.

14 Scharnier eines amerikanischen Kunstbeines. Der Scharnierbolzen ist zusammengesetzt aus einem von innen eingeschobenen hohlen Bolzen und einer von außen in diesen hineingedrehten Fixationsschraube (*A*). Durch einen an der inneren Umrandung des Gelenkloches vorragenden Dorn (*B*), welcher in einen entsprechenden Ausschnitt am Kopf des Bolzens paßt, ist letzterer unverrückbar mit der unteren Gelenkstange verbunden. Vor Einfügung des Gelenkbolzens wird ein stählerner Ring (*C*) über ihn geschoben, der, wie der Bolzen selbst, besonders gehärtet ist. Der Ring wird mit Hilfe eines Spaltes und eines in diesen greifenden Dornes (*D*) im Gelenkloch der oberen Seitenstangen unverrückbar mit letzterer vereinigt. Die Drehbewegungen finden daher ausschließlich zwischen der breiten und harten Oberfläche des am unteren Gelenkloch fixierten Bolzens und des am oberen Gelenkloch fixierten Ringes statt. Eine Abnutzung ist fast ausgeschlossen.

15 Die STILLMANNsche Sektorenschiene zur Fixation eines Gelenkes in jeder Winkelstellung mit Hilfe einer halbkreisförmigen, geschlitzten Metallplatte und zweier Flügelschrauben. Schlitze in den Seitenschienen gestatten gleichzeitig die Verlängerung und Verkürzung der letzteren.

16 Feststellung des Kniegelenkes in Streckstellung durch einen das Gelenk überbrückenden und auf die Seitenstangen festgeschraubten Stahlbügel.

17 Regulierung der Bewegung eines sagittal wirkenden Hüftscharnieres durch die GUÉRINsche Stellschraube. Der Apparat stellt die Anwendung bei der SCHEDEschen Abduktionsschiene zur Nachbehandlung der angeborenen Hüftluxation dar. Beim Anziehen der Schraube wird das obere Schienenende um den Drehpunkt des Scharnieres (*a*) gegen den Trochanter, der Kopf also in die Pfanne gedrückt; dagegen das untere Ende der Oberschenkelkapsel in Abduktionsstellung gezwungen; alles natürlich nur unter der, nicht leicht zu erfüllenden, Voraussetzung, daß die obere Befestigung der Seitenstange an dem Beckengürtel einen genügenden Gegenhalt zur Ausübung derartiger Kraftäußerungen gewährt.

18 Bewegung zweier artikulierter Stangen durch eine Schneckenschraube.

19 Regulierung mit Hilfe von Sperrrad und Feder. Die Umdrehung kann nur in der Pfeilrichtung erfolgen. Konstruktion von der Sohle des BARDENHEUERschen Klumpfußapparates.

20 Feststellung eines Kniescharnieres durch Herunterschieben eines Riegels in einen Ausschnitt des unteren Gelenkteiles. Wird hauptsächlich bei Kunstbeinen benutzt.

21 Drücker mit Stellzapfen und gelochter Sektorenplatte zur Feststellung eines Gelenkes in beliebiger Beugestellung.

22 Klemmverschluß zur Befestigung eines runden Eisenstabes.

Fig. 158 A—E zeigen die vom Verf. benutzten Biegeapparate.

Fig. 158 A und B sind armlange stählerne Hebel, um flache Stahlstäbe, welche in den Schraubstock gespannt werden, mit Hilfe der am Ende eingefeilten Oesen über die Kante zu biegen.

Fig. 158 C und D sind kürzere, zum Biegen über die Fläche bestimmte Instrumente.

Fig. 158 E ist ein Ringhebel von der Länge des Vorderarmes, dessen gepolsterte Enden zum Nachbiegen bereits mit Stoff überzogener Korsettbügel bestimmt sind.
Fig. 158 F ist ein HESSINGscher Dressierschlüssel.
Fig. 158 G ist das THOMASsche Biegeinstrument.

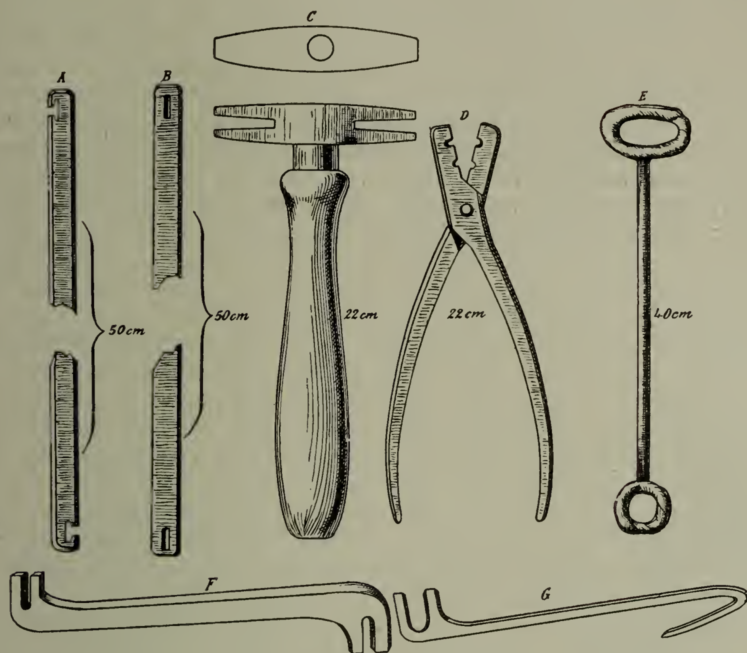


Fig. 158 A—G.

9. Gelenkachsen.

Für alle mit Gelenken ausgerüstete Schienen ist es von der größten Bedeutung, daß die Drehpunkte ihrer Achsen genau mit jenen der Körpergelenke übereinstimmen; anderenfalls sind Verschiebungen und Einklemmungen beim Gebrauch unvermeidlich. An der Schulter und der Hüfte kann man eine für alle Bewegungen richtige Stelle zum Anbringen der künstlichen Gelenke nicht angeben; eine Kugel hat eben nur einen Mittelpunkt, und jeder außerhalb desselben gewählte Punkt muß ungenau sein. Beschränkt man aber, wie es gewöhnlich geschieht, die Bewegungen auf die sagittale Ebene, so läßt sich der Fixationspunkt für ein entsprechendes Scharniergelenk exakt genug angeben. Derselbe liegt für die Schulter in einer durch die Mitte des äußeren Randes beider Akromien gelegten Frontalebene daumenbreit unter der Kante. Am Ellenbogen verläuft die Gelenkachse durch die Spitzen der beiden Epikondylen. Die Längsachse für Rotationsbewegungen des Vorderarmes geht unten durch das Köpfchen der Ulna, oben durch jenes der Speiche und trifft in ihrer Verlängerung nach oben den Humeruskopf. Da der Vorderarm bei den Rotationsbewegungen seine Form ändert, darf eine ihn umschließende Kapsel, namentlich in ihren oberen Partien, nicht fest anschließen. Beim Handgelenk werden Seitenscharniere ein wenig

unterhalb der Griffelfortsätze von Radius und Ulna angebracht. Beim Fußgelenk verläuft die Drehachse von der Mittellinie des Außenknöchels etwas oberhalb seiner Spitze horizontal nach einwärts zu einer über die Mitte des inneren Knöchels gezogenen Senkrechten. Das innere Ende der Achse liegt kleinfingerbreit tiefer als die Spitze des Innenknöchels. Beim Hüftgelenk verläuft die Achse für ein sagittal wirkendes Scharnier durch die Mitte beider Oberschenkelköpfe und endigt außen kleinfingerbreit unterhalb der Spitze des Trochanters, ein wenig vor dessen Mittellinie. Soll Bewegung in frontaler Richtung gestattet werden, so kann man ein entsprechend wirkendes Bandscharnier dicht oberhalb oder unterhalb hinzufügen. Die Lage eines solchen stimmt dann freilich mit der natürlichen Achse so wenig überein, daß die Funktion sehr mangelhaft ausfallen muß. Besser ist es in diesem Falle, sich des Fig. 148 C abgebildeten losen Ringgelenkes zu bedienen.

Einige Schwierigkeiten besonderer Art bereitet auch das Kniegelenk für die Konstruktion von Seitenscharnieren. Am Knie rollt nicht der Oberschenkel, entsprechend einer gewöhnlichen Darstellung, wie ein Rad über die flache Gelenkfläche des Schienbeinkopfes hin — eine solche Bewegung ist durch die Anordnung der seitlichen und schrägen Bänder ausgeschlossen — vielmehr schleift der Tibiakopf auf den Oberschenkelkondylen nach vor- und rückwärts um einen festen oder doch beinahe unverrückbaren Mittelpunkt. Hierbei ist zu beachten, daß die Oberfläche der Kondylen nicht walzenförmig, sondern spiralig gestaltet ist, und zwar in einer von hinten nach vorne an Steilheit rasch zunehmenden Kurve, so daß der hinterste Radius der in Betracht kommenden Gelenkpartie sich zu dem vordersten nach H. v. Meyer verhält wie 4 : 7. Infolgedessen sind die Seitenbänder (nicht auch das hintere Kreuzband!) bei der Flexion erschlafft; dagegen werden sie bei zunehmender Streckung immer stärker angezogen und erreichen die straffste Spannung bei gerader Beinstellung, während eine Ueberstreckung nur bei pathologisch gedehnten Bändern möglich ist. Der Zweck dieser Einrichtung, welche durch Fig. 159 A erläutert wird, ist der, daß beim Stehen und Gehen das Knie stramm gestellt, beim Sitzen aber gelockert werden soll, so daß Rotationen des Fußes nach außen und innen möglich sind, wie es hierbei bequem und nützlich ist. Wie aus der Abbildung weiter hervorgeht, ist der für die Bewegungen des Schienbeinkopfes bestimmte Anteil der Oberschenkelrolle hinter die Längsachse des Schaftes zurückverlagert. Es ist hierin ein wichtiges Sicherungsmittel gegen unvermutetes Einknicken gegeben und wir werden später in dem Abschnitt „über künstliche Gliedmaßen“ sehen, daß auch die Technik der Kunstbeine sich diese Anordnung zu Nutze gemacht hat. Noch besonders wichtig ist die Rückverlängerung des Kniescharniers bei Beinapparaten für korpulente Personen, wobei der tragende Punkt des oberen Kapselrandes sehr weit hinter die Beinachse zu liegen kommt. Hier entstehen bei jedem Schritte die unangenehmsten Schiebungen, wenn nicht das Gelenk einigermaßen der am hinteren Beinrande herablaufenden tragenden Linie genähert wird. Die Achse der Gelenkspirale verläuft durch die Spitzen der Epikondylen und liegt annähernd kleinfingerbreit von dem hinteren und daumenbreit von dem unteren Rande der Gelenkrolle entfernt. Legen wir bei den Seitenscharnieren in Rücksickt auf den erwähnten Längenwechsel der Radien den Drehpunkt der Seitenscharniere noch etwas mehr nach oben und vorn, so werden wir annähernd das

Richtige treffen. Die Scharniere liegen dann noch immer hinter der Mittellinie des Beines, und die Seitenschienen müssen somit am Knie ein wenig nach hinten ausbiegen. Handelt es sich um Korrektion von Flexionskontraktur mit Neigung zu Subluxation, so wird man den Drehpunkt des Scharnieres noch etwas nach vorne und oben bis gegen die Mittellinie hin verschieben, weil durch zu kurz bemessene Radien das Auflaufen und Festklemmen des Tibiakopfes auf der Oberschenkelrolle begünstigt wird. Braatz hat, um dieser Schwierigkeit zu begegnen, ein anderes Auskunftsmittel ersonnen, indem er statt fester Scharniergelenke Sektorenschienen mit ausziehbaren Radien einschaltete und den Führungsschlitzen für die Flügelschrauben, durch welche die Verlängerung bewirkt wird, eine etwas steilere Kurve gab, als der spiraligen Oberfläche der Gelenkrolle entspricht. Hoffa

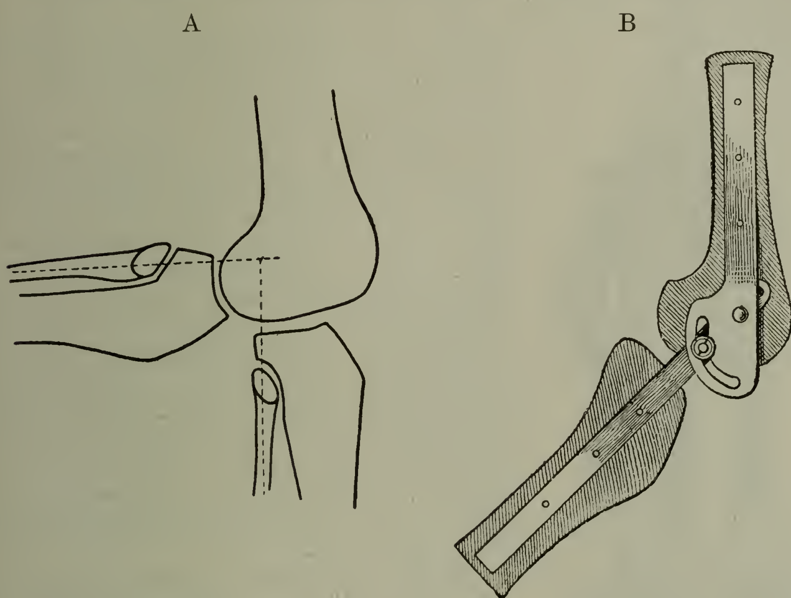


Fig. 159 A u. B.

hat eine entsprechende Vorrichtung am Schienenhülsenapparate verwendet und erläutert Zweck und Einrichtung derselben durch Aufnageln einer Braatzschen Sektorenschiene auf die skelettierten Knochen eines Kniegelenkes (vergl. Fig. 159 B). Allein es darf nicht übersehen werden, daß der Apparat am Beine des Patienten nur dann richtig funktionieren kann, wenn die Kapseln von Ober- und Unterschenkel ebenso unverrückbar mit den Knochen und Weichteilen verbunden sind wie die Schienen am Demonstrationsobjekte. Das ist nun keineswegs der Fall. Wird noch die Oberschenkelkapsel durch die Aufstützung auf den Sitzknochen und die konische Gliedoberfläche einigermaßen am Hinaufwandern verhindert, so wird doch die Unterschenkelkapsel, wenn man ihr eine derartige Leistung zumutet, unfehlbar nach abwärts rutschen. Sie wird das so weit tun, bis sie eine Hemmung findet durch die Spannlasche, welche durch ihre Befestigung an der Apparatensohle den Fußrücken nach abwärts zieht.

somit die Wirkung der BRAATZschen Sektorenschiene einzig und allein von der guten Befestigung des Fußes an der Apparatsohle abhängt, so können wir denselben Erfolg einfacher mit Hilfe der etwas nach vorn und oben verlagerten Seitenscharniere erreichen, wenn wir nur immer für die nötige Anspannung der Extensionsvorrichtung Sorge tragen. In einem zweiten Akte wird dann das Vorwärtsschieben des Schienbeinkopfes besorgt, sei es durch Händekraft oder durch Anwendung eines mechanischen Hilfsmittels.

10. Gehschienen und Schienenhülsenapparate.

Aus dem Altertum und Mittelalter sind uns Versuche, Brüche und Gelenkerkrankungen der unteren Extremitäten ambulant zu behandeln, nicht bekannt. SEUTIN war, wie es scheint, der erste, welcher diesen Gedanken faßte und mit Hilfe seines bereits beschriebenen Pappverbandes zur Ausführung brachte. Die Patienten traten freilich nicht mit der kranken Seite auf, sondern gingen mit Hilfe von Krücken und einer Sohlenerhöhung unter dem gesunden Fuße umher, während das herabhängende kranke Bein mit einer unter der Sohle herlaufenden und über den Nacken geführten Binde gestützt wurde (Fig. 160). Die Ehre der Erfindung des ersten wirklichen Gehapparates für die kranke Extremität, wobei letztere freischwebend und extendiert in einer das Körpergewicht tragenden Schiene hing, gebührt den Nordamerikanern DAVIS und BAUER. Ihre Apparate sind von TAYLOR, SAYRE, JUDSON, SHAFFER, ROBERTS, HUTCHINSON, WHITEHEAD, LOVETT u. A. mannigfach abgeändert und bei uns in der TAYLORschen Modifikation bekannt geworden.



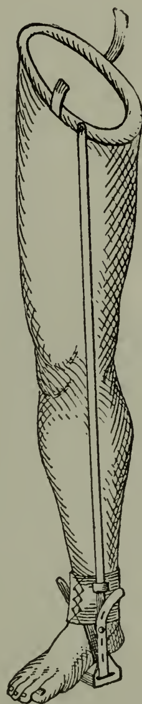
Fig. 160.

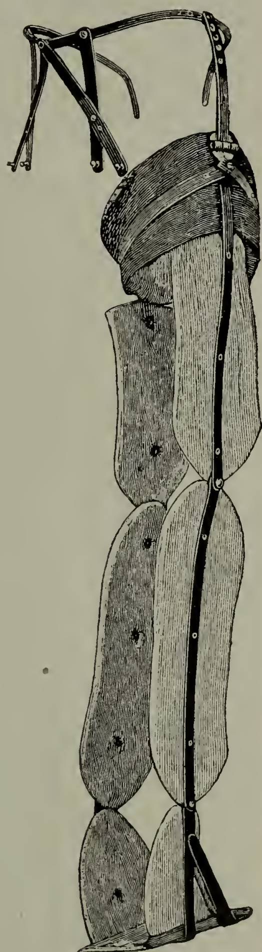
Etwas später hat THOMAS in Liverpool die Hüftkranken mit seiner bekannten, über Rücken und Oberschenkel herablaufenden und mit zwei halbringförmigen Querspangen ausgerüsteten Fixationsschiene in ähnlicher Weise wie SEUTIN ambulant behandelt. Für Erkrankungen des Knies hat THOMAS eine richtige Gehschiene von einfacher und zweckmäßiger Beschaffenheit konstruiert, wobei das Bein durch einen schräg aufsteigenden, gepolsterten Sitzring freischwebend getragen und die Extension durch einen um den oberen Fußteil gelegten Lederkragen mit Hilfe von Zugschnüren, die zum unteren Ende der Seitenstangen verliefen, ausgeübt wurde (Fig. 161). Weiterhin haben HARBORDT, HEUSNER, HOEFTMAN, LIERMANN, BRUNS, HOFFA, LORENZ u. A., meist wohl angeregt durch die inzwischen bekannt gewordenen HESSINGschen Schienenhülsenapparate, mehr oder weniger zweckmäßige Gehschienen bekannt gegeben. Wir bilden diejenige des Verf.s ab, wie derselbe sie in dem Barmer Krankenhause seit dem Jahre 1887 (meist ohne Hüftstück) zur Behandlung hochsitzender Oberschenkelbrüche, sowie Erkrankungen der

Beingelenke benutzt (Fig. 162). — Die Schiene, die für jeden einzelnen Fall mit Hilfe des Krankenhausschlossers in einigen Stunden angefertigt wird, hat einen Sitzring, der mit derbem Sohlenfilze bekleidet ist, und die Extremität wird mit dem HEUSNERschen Harzklebeverbande extendiert und fixiert. Die Anlegung geschieht, indem das Glied mit schweren Gewichten, die einerseits an das Bein, andererseits an das obere Ende der Schiene angehängt werden, in letztere hineingezogen wird, worauf die Seitenstangen den Beinformen genau adaptiert und mit gestärkten Gazebinden angewickelt werden.

HESSING hat aus der Unsumme der vorhandenen Stütz-, Extensions- und Korrektionsapparate für die untere Extremität mit überraschendem Scharfblick das Wesentliche herausgenommen und daraus einen für die meisten Fälle verwendbaren Universalapparat geschaffen, welcher sich durch Zweckmäßigkeit und Eleganz auszeichnet (Fig. 163 A u. B).

Ueberall ist das Prinzip der Entlastung und Distraktion gewahrt; daneben werden mit Hilfe von Gummizügen und Stahlfedern korrigierende Wirkungen ausgeübt. Das Material bilden geschmiedete Stahlstangen und Hülsen aus Hartleder, welche, um Druck auf einzelne Punkte zu vermeiden, möglichst breite Flächen überdecken. Nachdem die Modelle in der früher besprochenen Weise fertiggestellt sind, wird das aufzuziehende Leder, welches man zu dem speziellen Zwecke vorbereitet aus der Fabrik bezieht, nach den aufgezeichneten Formen ausgeschnitten, einige Stunden in heißem Wasser, dem ein wenig flüssiger Leim zugesetzt ist, geweicht, gewaschen, geknetet und schließlich unter Anpressen, Streichen, Ziehen mit kräftigen Zangen auf die Form gespannt und an den Rändern festgenagelt, dann die Umrisse der Verstärkungsrippen durch wiederholtes Ueberstreichen mit einem glatten Knochen- oder Hornspatel eingepreßt und die Erhöhungen herausgearbeitet. Nach dem Trocknen werden die Haftplättchen zum Anschrauben der Seitenstangen durch entsprechende Ausschnitte des Leders freigelegt, die Kapseln beschnitten, mit den Rippen vernietet, geglättet, lackiert und mit Wollstoff oder dünnem Filze ausgefüttert.


Fig. 161.


Fig. 162.

Die Seitenstangen werden aus dreifach raffiniertem (d. h. durchgeschmiedetem) Stahl hergestellt, mit den bereits beschriebenen Gelenken und Verlängerungsschlitzen versehen, gefeilt, geschlichtet. poliert und auf dem Modelle mit den Kapseln verschraubt, wobei auf richtigen Sitz und Zentrierung der Gelenke besondere Rücksicht zu nehmen ist. Der fertige Apparat legt sich mit seinem oberen Ende nach Art eines künstlichen Beines unter den Sitzknochen, wo er eine entsprechende, durch Auskragung der oberen Kante gewonnene, daumenbreite Sitzfläche hat. Der Kapselrand muß an dieser Stelle horizontal verlaufen oder selbst eine schwache Austiefung bekommen; erst auswärts vom Sitzknochen erhebt er sich in zunehmend steilerer Kurve unter einem Winkel von 40—50° bis zu dem höchsten Punkte über der äußeren Seitenstange. Der Polsterwulst des balkonartigen Sitzrandes darf nicht erheblich in die Lichtung der Oberschenkelkapsel vorragen, da er sonst schlechten Sitz und falsche Drehstellungen des Apparates veranlaßt. Als Unterlage wird ein langer dünner Strumpf oder Trikotschlauch über das Bein gezogen. Die Fußsohle bleibt kleinfingerbreit von der Apparatensohle entfernt und wird durch die unterhalb der letzteren geknüpften Laschenbänder heruntergezogen. Die Anlegung geschieht bei leicht abduziertem Bein; dann wird letzteres medianwärts gedrängt, wodurch der obere Kapselrand gegen den Sitzknochen angepreßt, Extensionsvorrichtung und Gelenke mit Hebelkraft ausgespannt werden. Der Apparat bleibt Tag und Nacht liegen und wird nur

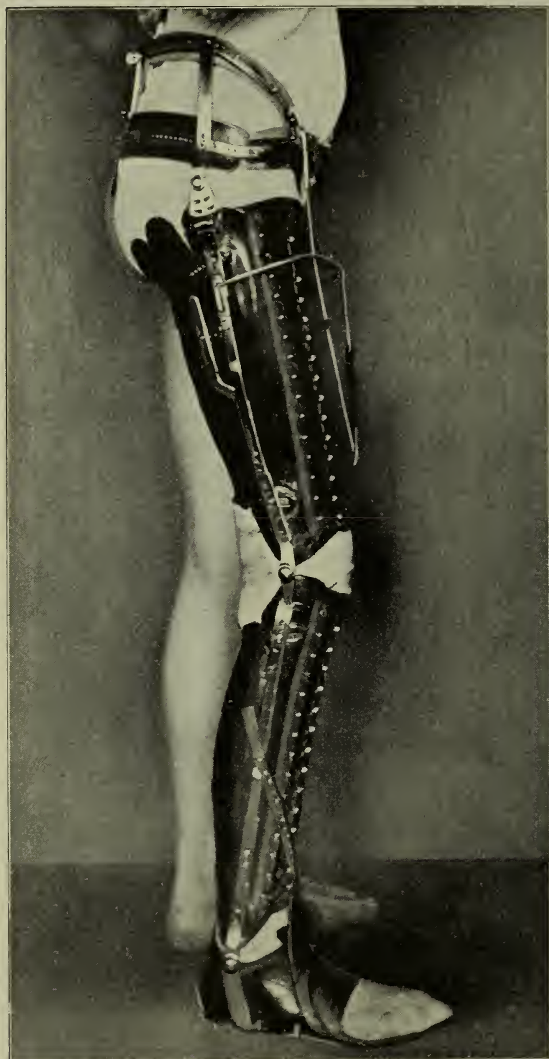


Fig. 163 A.

alle 8 Tage zur Revision abgenommen. Bei frischen, schmerzhaften Hüft- und Knieerkrankungen werden die Gelenke mit Hilfe der bereits früher erwähnten Fixationsbügel festgestellt (Fig. 157, No. 16). Ein ähnlicher Bügel wird neben kreuzweisen dorsalen Gummizügen bei paralytischem Spitzfuß von der Innenseite der Großzehengegend zur inneren Seitenschiene angeschraubt. Derselbe ist bestimmt, die Dorsalflexion, welche mit Hilfe der Gummizüge gewonnen wird, festzuhalten und ist an seinem unteren Ende mit einem Schlitze versehen, in welchem ein von der Großzehenkapsel hervorragendes Knöpfchen spielt. Er wird von Zeit zu Zeit höher geschraubt und immer so angespannt erhalten, daß die Schraube im unteren Winkel des Schlitzes aufliegt. Bei Kniegelenkentzündungen mit beträchtlicher Schwellung läßt man die Unter- und Oberschenkelhülsen übereinander greifen und über das Kniegelenk hinweglaufen, so daß die geschwollenen Teile durch die Kapseln komprimiert werden. Bei Subluxation hilft die über die Schenkelhülse ragende Unterschenkelkapsel den Schienbeinkopf bei der Streckung auf die Oberschenkelrolle hinaufhebeln. In diesem Falle wird zunächst eine starke Extension durch Auseinanderschieben der seitlichen Unterschenkelschienen vorgenommen, dann manuell redressiert und das Gewonnene durch erneutes Aufschrauben des fixierenden Seitenbügels festgehalten. Bei hartnäckiger Versteifung und vollkommener Reizlosigkeit wird die bereits früher erwähnte, sehr energisch wirkende Rappierklinge in Anwendung gezogen. Bei X-Bein wird manuell korrigiert, dann



Fig. 163 B.

werden die Seitenschienen der veränderten Stellung adaptiert und das Knie durch eine breite, um die Innenseite gelegte Lederkappe mit Zugriemen gegen die Außenschiene herangezogen. Der Verf. hat, um diese ziemlich mühsame und umständliche Arbeit zu erleichtern, den Apparat in der auf Fig. 164 dargestellten Weise modifiziert. Es ist dabei eine Stange an der hinteren Seite der Schiene angebracht, deren Gelenk in sagittaler Richtung wirkt und mit einer Stellscheibe zur successiven Geraderichtung versehen ist. Außerdem ist an der Außenseite eine Stützstange ohne Gelenk angebracht, deren Adaption bei den Stellungsverbesserungen sehr wenig Mühe macht. Beim Klumpfuß hat der Schienenhülsenapparat vor den SCARPAschen Schuhen die distendierende Wirkung voraus, wodurch die Korrektion erleichtert wird.

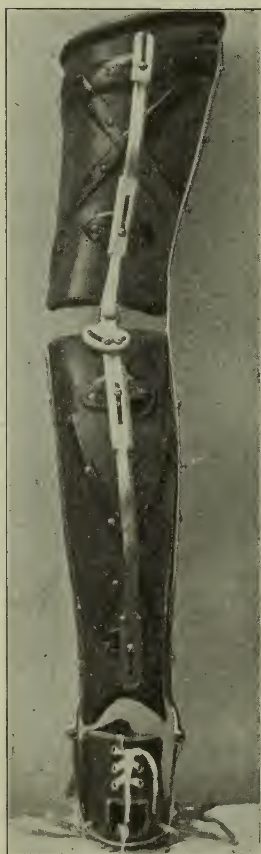


Fig. 164.

Bei allen schwierigen Fällen von Hüftgelenkentzündung muß außer dem Bein auch das Becken mit einer Umkapselung versehen werden, welche das Anbringen von Fixations- und Korrektionsapparaten gestattet. Es ist dies das sogenannte Hüftstück, aus Stahlstäben und untergelegten Lederstreifen in zwei Hälften hergestellt, welche hinten durch zwei aufgeschraubte Querstäbe, vorne durch einen festen Riemen zusammengehalten werden, wie auf Fig. 163 B zu sehen ist. Jede Hälfte besteht aus einem oberhalb der Trochanteren verlaufenden Halbgürtel und einer zweiten Spange, welche, am Kreuzbeinrande aufsteigend, in der Lendengegend rechtwinkelig abbiegt, dann, dem Darmbeinkamm folgend und sich etwas auf die Fläche umlegend, vor der Spina anterior superior nach abwärts geht, um sich mit der ersterwähnten Spange an der seitlichen Bauchgegend zu vereinigen. Eine hinten an der kranken Seite herabsteigende dritte Spange läuft über den Sitzknochen und Damm sagittal über die Oberschenkelhülse zur Leistengegend und endigt mit einem Polsterriemen, welcher an dem vorderen Ende des Hüftstückes angeknüpft wird. Dieser wohlgepolsterte Bügel muß genau auf dem Sitzknochen liegen und dient als Unterlage und Stützpunkt für den oberen Rand der Schenkelkapsel. Auf der gesunden Beckenseite wird ein einfacher Schenkelriemen angebracht. Bei Flexionskontrakturen kann ein korrigierender Gummizug rückseitig vom Hüftstück nach der Schenkelkapsel herabgespannt werden. Da ein solcher aber das Entstehen von Adduktionsstellung begünstigt, so zieht HESSING es vor, einen distendierenden Gummizug an der Vorderseite anzubringen, den er die Hüftspannung nennt (Fig. 163 A). Eine gelenkig am vorderen Ende des Hüftgürtels angebrachte Stahlstange erstreckt sich unter einem Stahlbogen, der am oberen Ende des Oberschenkels abnehmbar befestigt ist, nach der Kniegegend herab. Ein zwischen dem Stahlbogen und

dem freien Ende des Stabes ausgespannter Gummigürtel wirkt distendierend nach bereits früher erörtertem Prinzip. Die durch den Gummizug erzielte Streckung wird durch eine seitlich am Hüftgelenk angebrachte Stellschraubenvorrichtung festgehalten.

Das Bügelkorsett.

Das Hüftstück bereitet, besonders durch die Einfügung des Sitzbügels in die Oberschenkelkapsel, zuweilen Unbequemlichkeiten, sitzt auch namentlich bei fetteren Kindern keineswegs so unverschieblich, wie gewöhnlich angegeben wird. Daher empfiehlt es sich, in schwierigen Fällen statt des Hüftstückes ein vollständiges Korsett anzuwenden und auf den Sitzbügel zu verzichten. Es ist ein weiteres Verdienst Hessings, in seinem Hüftenbügelkorsett eine zweckmäßigere und besser sitzende Umhüllung des Rumpfes geschaffen zu haben, als es bei den früheren Apparaten der Art der Fall war. Zur Herstellung ist die Beihilfe einer geübten Korsettenmacherin nötig, welche den Zeuganteil aus einer bestimmten Anzahl nach Maß und Muster geschnittener Stücke eines festen Baumwollstoffes herstellt, in welchen dann das stählerne Stützgerüst hineingearbeitet wird. Den wichtigsten Teil des letzteren bilden die Hüftenbügel, welche aus fingerbreitem, 3—4 mm dickem, steif biegsamem Bandstahl nach einem auf dem Körper angepaßten Papierstreifen oder, wie Verf. es vorzieht, freihändig nach einer auf die Haut vorgezeichneten Linie gebogen werden. Die Bügel nehmen einen ähnlichen Verlauf wie am Hüftstücke und endigen oberhalb des äußeren Drittels des Poupartschen Bandes. An der vorderen und hinteren Achsellinie werden verstellbare Stäbe aus dünnem Bandstahl aufgeschraubt, welche oben eine Achselkrücke tragen. Zwei noch dünnere Stäbe laufen hinten als Stütze des Stoffes von der Umbiegungsstelle der Hüftbügel zu beiden Seiten der Dornfortsätze bis zur Höhe der Schultergräten nach oben. Beim Schließen des Bauchriemens und der vorderen Verschnürung drücken sich die Hüftbügel in die Weichteile oberhalb der Darmbeinkämme hinein, und es wird hierdurch ein fester Sitz erzielt, der noch dadurch verstärkt wird, daß an der unteren Korsettumrandung beiderseits Schnürlatzen zwischen den vorderen und hinteren Bügelenden über die Darmbeingegenden ausgespannt sind. Eventuell kann hier wie beim Hüftstück eine noch festere Verbindung beider Hälften durch Aufschrauben zweier Querstäbe oder auch eines Bandscharnieres an der Kreuzgegend geschaffen werden. Auch kann ein bogenförmiger Stützbügel zum Herunterhalten des Trochanters und Kopfes bei angeborener Hüftluxation seitlich angeschraubt werden, wie es auf Fig. 148 A zu sehen ist. Doch darf man die Wirkung einer derartigen Fixation nicht sehr hoch anschlagen; sie beschränkt einigermaßen die Schwankungen, bewirkt aber nie ein Festheilen der Köpfe. Auch bei Skoliose ist der Nutzen der Bügelkorsette anfangs sehr überschätzt worden. Sie geben wohl in vielen Fällen eine gute Stütze ab zur Verhütung fortschreitender Deviation, wirken aber nur wenig redressierend auf bereits vorhandene Ausbiegungen. Hessing läßt zu letzterem Zwecke die Achselstützen auf der konkaven Seite etwas vom Körper abstehen, so daß ein Heranschieben des Brustkorbes hier stattfinden kann, bringt auch über dem Höcker eine besondere Verschnürung mittels kräftiger Gummilitzen an und spannt elastische Bänder von der konvexseitigen Achselkrücke über den prominenten Teil zu den

gegenüberliegenden Achselstützen, resp. dem Hüftbügel hinab. Allein letztere Hilfsmittel haben eher ein Hinüberziehen des Korsettes nach dem Höcker als ein Hineindrücken des letzteren zur Folge, und es wird schließlich nur eine stärkere zirkuläre Umschließung erzielt, wodurch an den prominenten Partien ein nützlicher, an den eingesunkenen ein schädlicher Druck ausgeübt wird. Eine weitere Schwierigkeit besteht darin, daß der korrigierende Druck zum Teil von den in Stoff festsitzenden Achselstützen der prominenten Seite abgefangen wird, und daß die Stützstäbe der etwa erzielten Korrektur nicht nachfolgen. Es hat deshalb neuerdings Roth in Budapest die Gummizügel an der prominenten Seite nicht über, sondern unter den vom Stoff losgelösten Achselstützen hergeführt und die eingesunkenen Partien durch senkrechte, fingerbreit von der Brustwand abstehende, auf den Bügeln aufgeschraubte Stäbe vor unerwünschtem Druck bewahrt (Fig. 165). Es wäre rationell und wird von manchem empfohlen, bei allen schweren Skoliosen dem Korsett eine Stütze für den Kopf hinzuzufügen, um der Wirbelsäule diese bedeutende Belastung abzunehmen und durch Vermittlung der Achselstützen auf die Beckenumrandung zu übertragen. Allein diese Apparate bilden eine wesentliche Erschwerung der Behandlung, weil sie technisch nicht leicht herzustellen sind und unangenehm auffallen. Unerläßlich sind die Stützkragen bei Caries der Hals- und oberen Brustwirbel. An vollkommensten, aber auch am schwierigsten herzustellen, ist der Hessingsche Kragen, welcher die Extension mittels zweier seitlicher Stützstäbe aus $1/2$ cm dickem Stahldraht besorgt, deren unteres Ende mit strammen Gummizügen an die Achselkrücken angehängt sind. Die Stäbe erstrecken sich, vom Rippenbogen in der vorderen Axillarlinie aufsteigend und die vordere Achsel- und Schlüsselbeingegend in eng anschließenden Biegungen umkreisend, zu den Seiten des Halses hinauf, um sich bei den Warzenfortsätzen dem Kopfkragen anzuschließen. Die Verbindung geschieht mit einer Art lockeren, durch Verschraubung hergestellten Scharniers, welches leichte Bewegungen, besonders Nickbewegungen, gestattet. Die Grundlage des Kragens besteht aus zwei ovalen, den horizontalen Kieferästen, Warzenfortsätzen und dem Hinterhauptbein angebogenen Spangen aus Stahlblech, die unter dem Kinn mit einem Scharnier und hinten durch Flügelschraube und Schlitz verbunden sind.



Fig. 165.

Der HEUSNERsche Stützkragen (Fig. 166) hat nur einen kräftigen Stahlstab in der Nackengegend, welcher unten gabelig geteilt ist und mittelst Gummizügen zu den Achselkrücken hinaufgehalten wird. Das obere Ende ist mittels Nietscharnieres mit den beiden hinteren Enden des Halskragens verbunden. Letzterer besteht aus zwei seitlichen Spangen, welche vorne durch einfache Verhakung zusammengehalten werden. Der Apparat ist leicht herzustellen, gewährt allseitige beschränkte Beweglichkeit und fällt wenig auf. Der HOFFAsche Stützkragen ist aus einer vorderen und hinteren Hälfte durch Zapfenverschluß zusammengefügt. Er wird getragen durch vier kräftige Drahtstützen, die an den Seitengegenden hinunterlaufen und an einem die Taille umspannenden Drahtringe endigen, von welchem Gummizüge zu den Achselkrücken emporsteigen. Den Kopf hält er unverrückbar fest, paßt also besonders für akutere, noch schmerzhafte Fälle, sieht aber wegen der vier Stützen ziemlich auffällig aus.

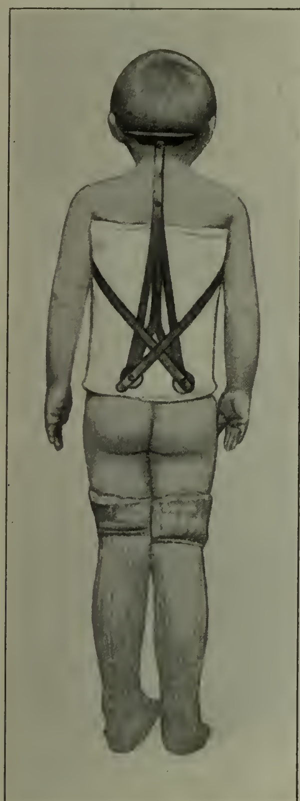


Fig. 166.



Fig. 167.

HOFFA hat den unteren Teil des HESSINGschen Korsettes benutzt, um daraus eine vortrefflich anschließende Leibbinde herzustellen, welche in schwierigen Fällen von Wanderniere, Bauchbruch u. s. w. gute Dienste leistet. Eine ebenfalls sehr nützliche, vom Verf. herrührende Anwendung des modifizierten Hüftstückes als Stützapparat für eine empfindliche Spina bifida-Geschwulst am Kreuze ist auf Fig. 167 abgebildet.

Daß das Bügelkorsett auch eine gute Grundlage abgeben kann, um fehlerhafte Stellungen der Extremitäten, namentlich die so häufige Flexion und Adduktion des Oberschenkels bei Hüftgelenkentzündung, zu verbessern, ist schon bei früherer Gelegenheit hervorgehoben worden. Zur weiteren Erläuterung bilden wir noch den Apparat des

Verf.s für Korrektion falscher Drehstellungen des Armes mit Hilfe einer an der betreffenden Achselstütze angreifenden Drahtspirale ab (Fig. 168). Da ein so fester Gegenhalt wie bei den Hüftkontrakturen hier nicht notwendig ist, so kann ein gewöhnliches Korsett benutzt



Fig. 168.

werden, welches mit Hüftenbügeln und Achselstützen ausgerüstet wird. Bezüglich der Einzelheiten verweisen wir auf das S. 242 Gesagte.

Literatur.

Beely, Florian, *Zur Behandlung der Pottschen Kyphose mittelst tragbarer Apparate. Sammlung klin. Vorträge, No. 199.*

Bradford and **Lovett,** *Treatise on orthopaedie surgery, New York 1890.*

Bruns, P., *Extensionsapparat zur Anlegung von Gipsverbänden an den unteren Extremitäten und dem Becken. Beitr. z. klin. Chirurgie, Bd. 12.*

Bruns, S., *Ueber Anwendung von Laufwagen bei Lähmungen der unteren Extremität. Münch. med. Wochenschr., 1902, No. 1.*

Cossmann *(Duisburg), Acetonvergiftung nach Anlegung eines Celluloidmullverbandes. Münch. med. Wochenschr., 1903, No. 36.*
De chirurgia ssriptores optimi quique veteres et recensiores etc. per Andream et Jacobum Gessnerum, Tiguri 1555.
v. Esmarch, F., *Handbuch der kriegschirurgischen Technik, 4. Aufl., Kiel und Leipzig 1893.*
Finck, Jul., *Zur Klumpfußbehandlung. Samml. klin. Vorträge, No. 285.*
Gocht, Herm., *Orthopädische Technik. Anleitung zur Herstellung orthopädischer Verbandapparate, Stuttgart 1901.*
Gross, H., *Instrumentelles Redressement des Genu valgum und der schweren Flexionskontrakturen des Kniegelenkes. Beitr. z. hlin. Chir., Bd. 20, Heft 3.*
Gurlt, *Geschichte der Chirurgie, Berlin 1898.*
Hessing, Fried., und **Hasslauer, Ludwig,** *Orthopädische Therapie, Wien 1903.*
Heusner, L., *Ueber die Behandlung der Oberschenkelbrüche im Umhergehen. Dtsch. med. Wochenschr., 1890, No. 38.*
Derselbe, Ueber die orthopädische Behandlung der chronischen Hüftgelenkentzündungen. 20. Deutscher Chirurgenkongreß 1891.
Derselbe, Ueber die Behandlung der Halswirbelcaries. Verhandl. deutscher Naturforscher und Aerzte, Halle 1891.
Derselbe, Ueber einen Stützapparat bei Lähmung des Nervus radialis. Ebenda.
Derselbe, Zur Behandlung der Skoliose und über Spiraldrahtverbände. 21. Deutscher Chirurgenkongreß 1892.
Derselbe, Zur Behandlung der Oberarmbrüche. 65. Versamml. deutscher Naturforscher und Aerzte zu Nürnberg, 1893.
Derselbe, Die Behandlung der Oberschenkel- und Oberarmbrüche im Barmer Krankenhause. Archiv f. klin. Chir., Bd. 43, S. 91.
Derselbe, Ueber eine Spiralschiene gegen Pronationsstellung der oberen Extremität. 23. Deutscher Chirurgenkongreß 1894.
Derselbe, Ueber einen Fall von spastischer Gliederstarre. Ebenda.
Derselbe, Ueber eine neue Schiene gegen X-Bein. 66. Versamml. deutscher Naturforscher und Aerzte, Wien 1894.
Derselbe, Beitrag zur orthopädischen Behandluug der angeborenen Hüftluxation. 24. Deutscher Chirurgenkongreß 1895.
Derselbe, Ueber einige neue Verbände an den Extremitäten. Naturforscher-Versamml. zu Lübeck, 1895.
Derselbe, Ueber Ursachen, Geschichte und Behandlung der angeborenen Hüftluxation. Zeitschr. f. orthop. Chir., Bd. 5, S. 276.
Derselbe, Ein Vorgänger Calots. Dtsch. med. Wochenschr., 1897, No. 48.
Derselbe, Ueber die Calotsche Operation der Pottschen Höcker. Zeitschr. f. orthop. Chir., Bd. 6, S. 248.
Derselbe, Ueber Aetiologie und Behandlung des angeborenen Klumpfußes. 28. Deutscher Chirurgenkongreß 1899.
Derselbe, Ueber Osteoklase und Osteoklasten. Münch. med. Wochenschr., 1901, No. 38.
Derselbe, Ueber die angeborene Hüftluxation. Zeitschr. f. orthop. Chir., Bd. 10, S. 571.
Derselbe, Ueber Entstehung und Behandlung des Hohlfußes. Arch. f. klin. Chir., Bd. 69.
Derselbe, Ueber Hilfsapparate bei der Behandlung der angeborenen Hüftluxation. Zeitschr. f. orthop. Chir., Bd. 12, S. 159.
Derselbe, Beitrag zur Pathologie und Therapie des Plattfußes. Arch. f. Orthop., Mechanotherap. u. Unfallchir., Bd. 1, S. 46.
Hieronymi Fabricii ab Acqua pendente *Wundarznei. Deutsche Uebersetzung von Joh. Scultetus, Norimb. 1673.*
Hoffa, A., *Ambulante Behandlung der tuberkulösen Hüftgelenkentzündung mittelst portativer Apparate, Kiel und Leipzig 1893.*
Derselbe, Lehrbuch der orthopädischen Chirurgie, 4. Aufl., Stuttgart 1902.
Hoeftman, *Einige Mitteilungen aus der Praxis. Arch. f. klin. Chir., Bd. 69.*
Lorenz, A., *Heilung des Klumpfußes durch das modellierende Redressement, Wien 1895.*
Lovett, Robert W., *Aetiology, pathology and treatment of diseases of the hip, Boston 1891.*
Nebel, H., *Mitteilungen aus dem orthopädischen Institut zu Frankfurt a. M. 1) Schlittenextensionsapparat, 2) Transportables Lagerungsgestell.*
Derselbe, Ueber eine neue Art der Anlegung von Korsettverbänden durch Schrägschwebelagerung. Arch. f. klin. Chir., Bd. 54, Heft 3.
v. Oettingen, *Zur Verbandtechnik der Klumpfüße Neugeborener. 32. Deutscher Chirurgenkongreß 1903.*
Paré, Ambrosius, *Chirurgie, Amsterdam 1586.*
Redard, *Traité pratique du chirurgie orthopédique, 2. édition, Paris 1903.*

Roth, Adolf, *Ein sicher wirkendes Detorsions-Redressionskorsett. Monatsschr. f. orthop. Chir. u. physikal. Heilmethoden, Bd. 2, No. 5.*

Schultze, Ferd. *(Duisburg), Ein einfacher orthopädischer Tisch. Zeitschr. f. orthopädische Chirurgie, Bd. 9, S. 372.*

Seutin, Baron, *Der abnehmbare unveränderliche Verband. Uebers. von Dr. C. G. Burger, Stuttgart 1851.*

Sprengel, *Zur Behandlung des angeborenen Klumpfußes. Zeitschr. f. orthop. Chir., Bd. 5, S. 109.*

Staffel, Franz, *Ueber eine orthopädische Bank zur Anlegung von Rumpfverbänden in Schwebelagerung. Arch. f. klin. Chir., Bd. 65, Heft 4.*

Thilo, Otto *(Riga), Schienen gegen Klumpfuß und Plattfuß. Allgem. med. Centralzeitung, 1897, No. 37 u. 38.*

Thomas, Hugh Owen, *Diseases of the hip, knee and ankle joints, Liverpool, F. Dobb and Cie.*

Volkmann, R., *Orthopädische Maschinen und Apparate in Pitha-Billroths Chirurgie, Bd. 2, Abt. 2.*

Vulpius, Oskar, *Ueber den Wert des orthopädischen Stützkorsetts. Samml. klin. Vorträge, No. 276.*

Whitman, Royal, *A treatise on orthopaedic surgery, London 1901.*

Die Kataloge der Verfertiger chirurgischer Instrumente und orthopädischer Apparate, insbesondere von **Georg Tiemann,** *New York;* **A. Stille,** *Stockholm;* **Collin,** *Paris;* **Aubry,** *Paris;* **Weber,** *Zürich;* **Eschbaum,** *Bonn, u. a. m.*

Operationen an den Weichteilen (Muskeln, Sehnen etc.).

Von

Professor Dr. **Fritz Lange**, München.

A. Operationen zur Verlängerung von Muskeln und Sehnen.

Die Aufgabe, Muskeln und Sehnen, die zu kurz geworden sind, zu verlängern, wird dem orthopädischen Chirurgen häufig gestellt.

1) Bei jeder Kontraktur — sei sie nun auf entzündlicher, paralytischer oder kongenitaler Basis entstanden — bildet der verkürzte Muskel das Haupthindernis, welches sich der Geraderichtung des deformierten Gliedes entgegensetzt, und dessen Beseitigung deshalb den ersten Akt jeder Kontrakturoperation darstellt.

2) Eine 2. Gruppe von orthopädischen Leiden, bei welchen die Verkürzung der Muskulatur eine Rolle spielt, bilden die veralteten kongenitalen, entzündlichen, paralytischen und traumatischen Luxationen.

Bei diesen Leiden finden sich stets bestimmte Muskeln verkürzt, Bei den Hüftgelenksluxationen z. B. sind es vorwiegend die Adduktoren, der Tensor fasciae, Biceps, Semitendinosus und Semimembranosus; denn jeder Muskel paßt sich in seinen Längenverhältnissen in der Regel der Entfernung zwischen seinen beiden Insertionspunkten an den Knochen an. Werden die beiden Insertionspunkte eines Muskels durch eine Luxation ununterbrochen lange Zeit einander genähert, so verkürzt sich der Muskel und kann dann das Haupthindernis für eine Reposition bilden.

3) Auf die gleiche Ursache sind endlich die Muskelverkürzungen zurückzuführen, die wir bei Frakturen, die mit starker Verkürzung geheilt sind, und bei rhachitischen Verbiegungen der Knochen — und zwar auf der Seite der Konkavität — finden.

Die älteste Methode der Verlängerung von verkürzten Muskeln bildet die unblutige Dehnung. Anfangs wird die Hand das einzige Instrumentarium gebildet haben, mit dem dieser Eingriff vorgenommen wurde und wahrscheinlich war die unblutige manuelle Dehnung von verkürzten Muskeln überhaupt die erste orthopädische Operation, die ausgeführt wurde.

In welche Zeit die ersten Versuche fallen, durch Maschinen die Hand des Arztes zu ersetzen und dadurch eine schonendere, gleichmäßigere und dennoch energischere Kraftanwendung zur Dehnung von verkürzten Muskeln zu ermöglichen, wissen wir nicht. Eine rationelle Anwendung der Schraube zur Streckung von Kniekontrakturen und damit zur Verlängerung des verkürzten Biceps, Semitendinosus und Semimembranosus zeigt der Apparat (Fig. 169), den HANS VON GERSSDORFF in seinem 1503 erschienenen „Feldtbuch der Wundartzney“ empfiehlt[1]). Im XI. Kapitel, S. 109, findet sich eine genaue Gebrauchsanweisung für diese Streckmaschine: „Begibt es sich aber nach der Heylunge so eyner wund ist gewesen, im ein glaiche oder Glid krumm oder hart wirdt, so



Fig. 169. Knie- oder Schenkelstreckung nach HANS V. GERSSDORFF.

solt du ihm das Glid embroicieren, das ist bäwen und warme oder senfft machen mit altem Oele und mit warmem Wasser das soll messingklichenn warm sein gleich als ein kumilch und im das Glid mit ein grossen Schwammen bawen. Darnach so bad oder bawe im daz gelid mit papelen und Ybischwurtzeln ein tag oder bj. Darnach nimm der nach verzaichneten Instrumenten eines um versuch daz an wölchem gelid dann du sein notturfftig bist und streck das glid alle tag ein wenig un salb in darnach mit d'nach verzaichneten salben die findest nach demnächsten bad, das ich besprechen werd.“

Schon früh erkannten aber auch die alten Aerzte, daß die Widerstände, welche verkürzte Muskeln setzen, zu groß sein können, als daß sie durch die unblutige Dehnung zu überwinden wären.

1) Zur Durchsicht der älteren Literatur stellte mir Prof. G. KLEIN-München seine berühmte Sammlung alter Werke zur Verfügung. Ihm auch an dieser Stelle herzlich zu danken, ist mir eine angenehme Pflicht.

Die erste sichere, blutige Durchtrennung einer Sehne wurde 1641 von dem Holländer JACOB MINNIUS ausgeführt; er durchschnitt bei einem Schiefhals den Sternocleidomastoideus offen, nachdem er vorher die Haut und einen Teil des Muskels am Schlüsselbein durch ein Aetzmittel durchbrannt hatte.

In Holland wurde damals diese Operation viel geübt, so von TULPIUS, MEEKREN, BLASIUS, TEN HAAFE; diese Aerzte, wie auch HEISTER, beschränkten sich alle auf die Operation des Schiefhalses.

Dieselbe Operation führte dann ROONHUYSEN 1670 zum ersten Male ausschließlich mit dem Messer aus und fast in dieselbe Zeit fällt die Durchschneidung des Sternocleidomastoideus durch den Meister FLORIAN.

Die Operation geriet dann aber in Vergessenheit. Aus dem 18. Jahrhundert ist nur eine Durchschneidung des genannten Muskels durch SHARP (1740) bekannt, und erst in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts wurde sie 1822 von DUPUYTREN u. a. wieder aufgenommen.

An der Achillessehne, die heute das Hauptobjekt für den Sehnenschnitt darstellt, wurden die ersten offenen Durchschneidungen zur Heilung des Klumpfußes von THILENIUS (1784), LORENZ (1789) und SARTORIUS (1806) gemacht. Als Methode empfohlen wurde die Operation aber erst durch DELPECH (1816), welcher zu beiden Seiten der Achillessehne einen zolllangen Einschnitt machte und von diesen Wunden aus die Sehne durchtrennte, ohne sie vollständig frei zu legen.

Die Methode barg aber für die damaligen Verhältnisse der Wundheilung so schwere Gefahren in sich, daß sie sich nicht einzubürgern vermochte und im allgemeinen von den Aerzten als ein waghalsiges Unternehmen, als eine Verirrung der Chirurgie (DIEFFENBACH) angesehen wurde.

Da lehrte STROMEYER 1831 die Operation subkutan auszuführen, und er nahm ihr damit die Gefahr der Vereiterung und der Sehnennekrose, oder schränkte dieselbe doch ganz wesentlich ein. Die erste subkutane Tenotomie führte STROMEYER an der Achillessehne beim Klumpfuß aus, und er erzielte dadurch, im Verein mit einer rationellen orthopädischen Nachbehandlung Resultate, welche das Staunen der damaligen Chirurgen erweckten. Wenn STROMEYER auch nicht der erste Arzt war, der überhaupt eine Durchtrennung der Sehne ausführte, so ist er doch durch die Einführung der subkutanen Methode der Vater der modernen orthopädischen Chirurgie geworden. Mit Recht sagt DIEFFENBACH von ihm: „Das Verdienst der Wiedereinverleibung der Sehnendurchschneidung in die Chirurgie war meines Erachtens größer als die Entdeckung des Sehnenschnittes selbst; denn es ist leichter, eine neue Entdeckung zu machen als etwas Bekanntes, welches als unbrauchbar angesehen worden, in seinem wahren Werte zu erfassen und der Wissenschaft neu und geläutert zurückzugeben". (DIEFFENBACH, Ueber Durchschneidung der Sehnen und Muskeln, 1841, S. 4.)

DIEFFENBACH wurde, als er das vorzügliche Resultat eines von STROMEYER an einem Klumpfuß ausgeführten Sehnenschnittes mit eignen Augen gesehen hatte (der Patient war der später so bekannt gewordene englische Orthopäde LITTLE), ein begeisterter Lobredner der neuen Methode. Er nahm dieselbe 1836 mit Feuereifer auf, und hatte nach einem Jahre schon 140 Klumpfüße mit der Tenotomie behandelt. 1841 berichtete er von 62 subkutan ausgeführten Durchschneidungen des Sternocleidomastoideus.

Die vortrefflichen Erfolge, welche mit dem Sehnenschnitt bei Schiefhals, bei Klumpfüßen und Spitzfüßen erzielt wurden, führten dann zu einer mißbräuchlichen Anwendung der Operation. Für einzelne Autoren wurde die Tenotomie das Allheilmittel für fast alle orthopädischen Leiden. Selbst die an und für sich schwache Rückenmuskulatur der Skoliotischen glaubte GUÉRIN durch die Tenotomie noch mehr schwächen zu müssen.

Diese kritiklose Anwendung der Operation brachte die Tenotomie für Jahrzehnte in Verruf. Einzelne Autoren, wie BARWEEL, warnten sogar direkt vor derselben. Doch geriet sie trotzdem nicht wieder ganz in Vergessenheit.

Die großen Fortschritte, welche die Technik der Verbände, Apparate und Operationen in den letzten Jahrzehnten gemacht hat, haben die alte Methode, die unblutige Dehnung der verkürzten Muskeln, wieder zur Geltung gebracht, und viele Deformitäten, für welche in früheren Jahren die Durchschneidung der Sehne unentbehrlich war, vermögen wir heute ohne Tenotomie zu heilen.

Trotzdem bleibt die Tenotomie auch heute noch die am häufigsten ausgeführte blutige Operation des orthopädischen Chirurgen.

Neben der subkutanen Tenotomie sind aber die alten Methoden, die unblutige Dehnung der Muskulatur und die offene Durchschneidung der Sehnen wieder zu Ehren gekommen und müssen an dieser Stelle neben dem subkutanen Sehnenschnitt ausführlich besprochen werden.

I. Die unblutige Dehnung.

Die Methode, verkürzte Muskeln auf unblutige Weise zu dehnen und zu verlängern, stellt wohl das älteste Verfahren dar, ist aber auch heute noch trotz der Verbesserungen und Segnungen der blutigen Operation für eine Anzahl von Deformitäten in erster Linie zu empfehlen. Namentlich für die meisten Kontrakturen bildet die unblutige Dehnung der Muskulatur das rationellste Verfahren, weil gleichzeitig mit der langsamen Dehnung der Muskeln die Widerstände beseitigt werden, welche durch kontrakte Fascien, Bänder und Gelenkkapseln gegeben sind, so daß die schonendste Graderichtung des deformierten Gliedes dabei ermöglicht wird.

Man kann die dehnende Kraft entweder nur für einen kleinen Teil des Tages regelmäßig zur Anwendung bringen — so arbeitet die orthopädische Gymnastik — oder man sucht möglichst ununterbrochen für Monate oder Jahre durch Verbände oder Bandagen auf die verkürzten Muskeln einzuwirken. Und endlich kann man in einer einzigen Narkose die zu kurzen Weichteile dehnen. Durch die moderne Schraubenvorrichtung hat dieses Verfahren die Roheit und die Gefahren, welche dem früheren Brisement forcé anhafteten, verloren und verdient mit Recht den Namen des modellierenden Redressements, den ihm LORENZ gegeben hat.

Es hat stets Orthopäden gegeben, welche in einseitiger Weise die eine Methode auf Kosten der anderen gepriesen und bevorzugt haben, und auch heute noch gehen die Ansichten über die Erfolge der einzelnen Methoden weit auseinander, so daß eine unbefangene Prüfung der 3 Methoden angezeigt erscheint.

1. Die Gymnastik.

Von den Apparaten der orthopädischen Gymnastik kommen zur Verlängerung der kurzen Muskeln diejenigen in erster Linie in Frage, welche eine passive Dehnung der kontrakten Muskeln bewirken. Erst an zweiter Stelle und in der Regel erst dann, wenn die Dehnung der verkürzten Muskulatur geglückt oder nahezu völlig erreicht ist, können aktive Uebungen am Platze sein, welche eine Stärkung der Antagonisten anstreben und dadurch die Neigung zur erneuten Verkürzung der erkrankten Muskeln verhüten.

In sinnreicher Weise suchen diesen beiden Aufgaben gleichzeitig die Pendelapparate von Zander, Krukenberg, Schulthess, Herz u. A. gerecht zu werden, und vielfach — namentlich in manchen Bädern — ist die Anwendung dieser eleganten und komplizierten Apparate zur Modesache geworden.

Daß diese Apparate in den Händen gut eingeschulter Aerzte vorzügliches leisten, ist ohne weiteres zuzugeben; doch ist es meine Ueberzeugung, daß sich die gleichen Erfolge bei Verkürzung von Muskeln und Kontrakturen in ebenso schonender Weise durch viel einfachere Vorrichtungen erreichen lassen, wie ich sie seit 10 Jahren anwende.



Fig. 170. Passive Streckung einer Ellbogenkontraktur.

An einem Beispiel sei die Durchführung einer gymnastischen Behandlung mit einfachen Mitteln klargelegt! Durch eine Distorsion des Ellbogens sei eine stumpfwinklige Beugekontraktur des Armes entstanden. Die erste Aufgabe ist, die verkürzte Muskulatur, die an der Beugeseite des Ellbogengelenkes über die kontrakten Partieen der Gelenkkapsel zieht, passiv zu dehnen. Das kann man in einfachster Weise, wenn man, wie es Fig. 170 zeigt, an dem Vorderarm einen Gewichtszug anbringt, welcher den Vorderarm streckt und dadurch eine allmähliche Dehnung der verkürzten Weichteile bewirkt. Durch die Menge des Gewichtes und die Zeitdauer und Häufigkeit der Anwendung läßt sich die Kraft, welche zur Anwendung gelangt, in gewünschter Weise den individuellen Verhältnissen entsprechend abstufen und regeln.

Ist durch tägliche ein- oder mehrmals wiederholte Anwendung des Verfahrens die Dehnung der verkürzten Weichteile auf der Beugeseite des Gelenkes gelungen, so wird die zweite Aufgabe, die Stärkung des Antagonisten, des Triceps, zur Verhütung des Rezidivs in Angriff genommen. Auch dazu genügt ein sehr einfacher Apparat, wie Fig. 171 ihn zeigt. Durch Kontraktion des Triceps wird der Vorderarm gestreckt und gleichzeitig das im Sack

befindliche Gewicht gehoben. Auf diese Weise kann man die beiden Aufgaben der Behandlung gesondert voneinander durchführen und dabei die komplizierten Pendelapparate nach meiner Ueberzeugung entbehren, und so die Segnungen der orthopädischen Gymnastik auch den Aermsten zugänglich machen.

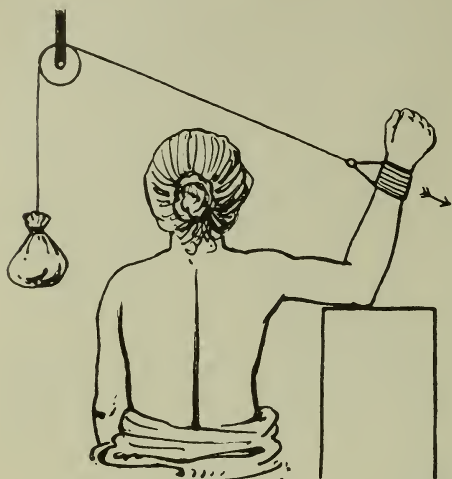


Fig. 171. Aktive Streckung durch den Triceps.

In ähnlicher Weise kann man die Kontrakturen der Hand und des Kniegelenkes behandeln (s. Fig. 172). Auch leichte Spitzfüße, wie sie z. B. durch Bettdeckendruck nach langem Krankenlager auch heute noch, trotz aller Fortschritte der Krankenpflege, entstehen, sind in der Regel, wenn sie nicht schon jahrelang bestanden haben, durch einfache Vorrichtungen zu beseitigen, wie sie Fig. 173 zeigt. Stellt man das Bett schräg, so daß das Kopfende 25 cm höher steht als das Fußende, so kann man in der Regel von besonderen Vorrichtungen zur Fixierung des übrigen Körpers absehen. Genügt das Körpergewicht nicht, so muß ein besonderer Gegenhalt durch zwei über die Schultern geführte Gurte geschaffen werden.

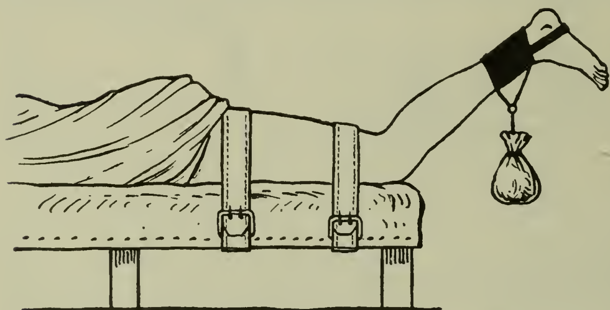


Fig. 172. Passive Streckung einer Kniebeugekontraktur.

Am schwierigsten ist das Prinzip der passiven Muskeldehnung bei den Beugekontrak-



Fig. 173. Passive Streckung eines Spitzfußes (Lange).

turen des Hüftgelenkes durchzuführen (Fig. 174). Ich gehe in folgender Weise vor: Der Patient wird in Bauchlage auf einer gepolsterten Bank festgeschnallt. Ein Gurt fixiert das Becken, ein 2. Gurt den Brustkorb; der korrigierende Gurt greift am Oberschenkel an; die an dieser Gurtschlinge befestigte Schnur läuft über eine in der Höhe angebrachte Rolle und endet in einem Sack mit Gewichten. Führt man den korrigierenden Zug senkrecht in die Höhe, so wirkt derselbe ausschließlich streckend und dehnt also nur den Tensor fasciae und Ileopsoas. Wird dagegen die Rolle nicht senkrecht, sondern rechts oder links vom Patienten angebracht, so kann man gleichzeitig abduzierend oder je nachdem auch adduzierend wirken.

Von den vielen Vorrichtungen, die ich zur passiven Dehnung von verkürzten Hüftmuskeln benutzt habe, hat sich mir die eben beschriebene Methode am besten bewährt. Sie wird von den Patienten am besten vertragen (2—3mal täglich $^{1}/_{2}$ Stunde); sie gestattet keine stärkere Mitbewegung des Beckens, da eine stärkere Lordosenstellung

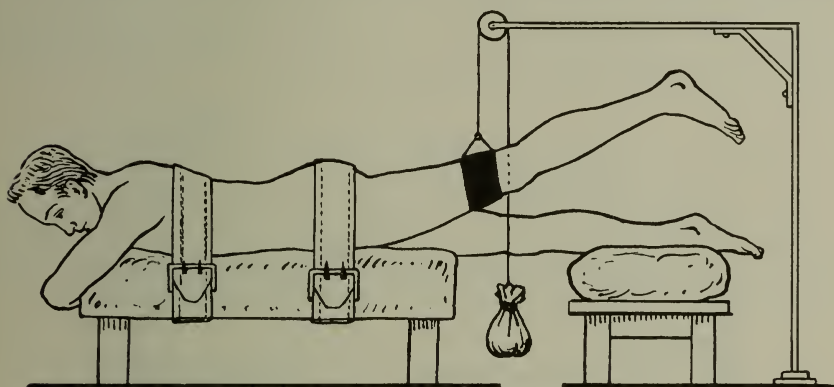


Fig. 174. Passive Streckung einer Hüftbeugekontraktur (Lange).

bei der beschriebenen fixierten Bauchlage ausgeschlossen ist und endlich führt sie, da sie die Anwendung großer Gewichtsmengen (10—20 kg) erlaubt, relativ rasch zum Ziele.

Ich habe diese einfachen Vorrichtungen zur passiven Dehnung verkürzter Muskeln, die ich zum Teil seit 10 Jahren benutze, beschrieben, da in der Praxis häufig Gelegenheit zur Anwendung derselben ist. Ein sehr dankbares Gebiet für diese passive Gymnastik stellen die Muskelverkürzungen nach Traumen aller Art dar.

Ebenso gute Erfolge habe ich bei Muskelverkürzungen gesehen, die auf der Basis der verschiedensten paralytischen Zustände, wie Poliomyelitis, Encephalitis, Littlesche Gliederstarre, Erbsche juvenile Muskelatrophie, Pseudohypertrophie, entstanden waren.

Aber auch gewisse entzündliche Kontrakturen eignen sich für diese Behandlung, z. B. die beginnenden Muskelverkürzungen der Kontrakturen, welche wir bei den verschiedenen, chronisch rheumatischen Arthritiden sehen. Auch bei lange bestehenden Kontrakturen infolge gonorrhoischer Arthritis der Hüfte habe ich mit dieser Methode gute Resultate erzielt.

Voraussetzung für eine erfolgreiche Anwendung der passiven Gymnastik ist aber immer, daß sich der be-

treffende Fall überhaupt zur gymnastischen Behandlung eignet, d. h. daß keine Neigung zu akuten Nachschüben der Entzündung besteht. Besonders gilt das von den Muskelverkürzungen, die wir bei den tuberkulösen Gelenkkontrakturen zu behandeln haben. Im Stadium der akuten Entzündung sind alle Versuche, durch gymnastische Behandlung die Kontrakturen zu bekämpfen, verboten; denn eine jede derartige Uebung schafft einen vorübergehenden Reizzustand des Gelenkes und würde deshalb die akute Entzündung ungünstig beeinflussen. Dagegen sieht man nach Ausheilung des eigentlichen entzündlichen Prozesses sehr gute Erfolge von der passiven Dehnung durch die beschriebenen Vorrichtungen. Bei leichteren, seit kurzer Zeit bestehenden Kontrakturen genügt die passive Gymnastik allein; bei schwereren Fällen, die ein Redressement der Kontraktur in Narkose notwendig gemacht haben, eignet sich das Verfahren zur Nachbehandlung, um nach Entfernung des Gipsverbandes Rezidive zu verhüten.

Im allgemeinen eignen sich zur passiven Dehnung durch Heilgymnastik alle diejenigen Muskelkontrakturen, bei welchen gleichzeitig eine aktive Gymnastik des erkrankten Gliedes gestattet ist.

2. Die redressierenden Extensionsverbände und Apparate.

Streckverbände und redressierende Apparate sind vorwiegend indiziert bei Muskelkontrakturen, welche Ruhigstellung des erkrankten Gliedes erfordern, also vor allem bei den akuten Gelenkentzündungen.

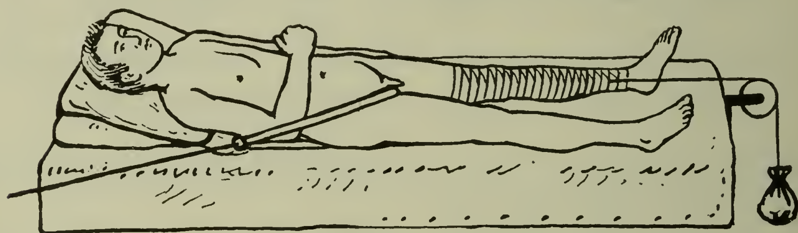


Fig. 175. Streckverband bei Adduktionskontrakturen.

Das Verfahren hat den großen Vorzug der Einfachheit. In allen Verhältnissen läßt sich ein Extensionsverband mit Leichtigkeit anbringen. Er wirkt häufig schmerzstillend, und endlich führt der Streckverband tatsächlich bei der Beseitigung mancher Kontrakturen schonend und verhältnismäßig rasch zum Ziele. Besonders gilt das von einem richtig angelegten Streckverband bei Adduktionskontrakturen des Hüftgelenkes (Fig. 175) und bei Beugekontrakturen des Kniegelenkes (Fig. 176).

Viel weniger leistet der Extensionsverband bei der Beugekontraktur des Hüftgelenkes. Eine Dehnung der kontrakten Beugemuskeln und der vorderen verkürzten Gelenkkapsel findet in der Regel nicht statt, weil bei Rückenlage sich das Becken um seine frontale Achse dreht und die Lendenwirbelsäule sich dadurch in Lordosenstellung einstellt.

Das schwerste Bedenken aber, das einer längeren Anwendung des Extensionsverbandes zur Hebung von sekundären Muskelverkürzungen entgegensteht, ist die dadurch bedingte lange Bettlage. Besonders gefährlich ist dieselbe für Gelenktuberkulosen. Gerade diese Kranken brauchen dringend, ebenso wie ein Patient mit Lungentuberkulose, die Freiluftbehandlung. Daß das kranke Gelenk geheilt werden muß, ist selbstverständlich; aber nicht eindringlich genug kann ich als mindestens ebenso wichtig betonen, daß die Disposition zur Tuberkulose, auf deren Boden das ganze Leiden entstanden ist, bekämpft werden muß. Das aber ist nicht möglich, wenn man die Patienten für Monate oder auch für Jahre in ein Krankenzimmer steckt.

Nur bei frisch entstandenen tuberkulösen Kontrakturen oder bei kurz bestehenden Rezidiven, bei denen man hoffen darf, daß durch ein- oder zweiwöchentliches Bettlager im Streckverbande die Kontraktur gehoben werden kann, mache ich vom Streckverbande Gebrauch.

Aber im allgemeinen glaube ich, bei den tuberkulösen Kontrakturen vom langen Gebrauch des Streckverbandes im Interesse des Allgemeinbefindens abraten zu müssen.

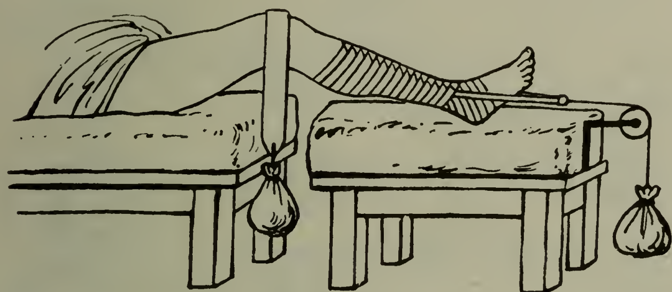


Fig. 176. Streckverband bei Kniebeugekontrakturen (Volkmann).

Wir haben um so weniger Anlaß, an diesem alten Verfahren festzuhalten, als wir jetzt Methoden besitzen, welche eine ambulante Behandlung der tuberkulösen Kontrakturen ermöglichen. Man kann die Muskeln in einer Sitzung in Narkose dehnen oder allmählich durch orthopädische Apparate und Bandagen strecken. Die besten Apparate, welche wir zur Zeit für diese Zwecke besitzen, sind die Hessingschen Schienenhülsenapparate.

Sehr Gutes leisten dieselben bei Beugekontrakturen des Kniegelenks, wenn es sich in der Hauptsache darum handelt, die verkürzten Muskeln, Biceps, Semitendinosus und Semimembranosus zu dehnen.

Das ist leicht zu verstehen. Wir haben an Ober- und Unterschenkel 2 gleich lange Hebelarme, an denen die Hülsen einen guten festen Halt haben. Anscheinend fast ebenso günstig gelagert sind die Verhältnisse am Ellbogengelenk; doch macht sich beim Arme geltend, daß die Gefäße und Nerven durch eine viel schwächere Muskulatur vor dem Druck der Hülse geschützt sind als am Beine. Es treten beim festen Anlegen der Hülse leicht Stauungen oder Parästhesien auf. Deshalb kann man bei Ellbogenkontrakturen niemals eine solche redressierende Kraft mit Schienenhülsenapparaten anwenden als beim Beine.

Ebendasselbe gilt auch von der Hand.

Am Fuße, wo namentlich der Spitzfuß häufig Veranlassung zum Anlegen eines Schienenhülsenapparates gibt, scheitert die Behandlung nicht selten an dem starren Widerstand, den die verkürzte Achillessehne bildet.

Bei den Hüftkontrakturen endlich steht ebenfalls die Wirkung Hessingscher Apparate meist hinter unseren Wünschen zurück, weil das Becken einen zu kurzen Hebelarm darstellt, und der Hessingsche Beckenring nicht so fest und unverrückbar sitzt, als zur Entfaltung einer großen redressierenden Wirkung notwendig ist. Bei einer Verkürzung der Adduktoren z. B. leistet ein Streckverband mit 10—20 Pfd. Gewicht in der Regel in 2 Wochen mehr als ein Hessingscher Apparat in ebensoviel Monaten.

3. Die unblutige Dehnung in Narkose.

Den größten Abbruch hat der Benutzung von Schienenhülsenapparaten die moderne Ausbildung der unblutigen Operationsmethoden in Narkose getan. Die Methode selbst ist

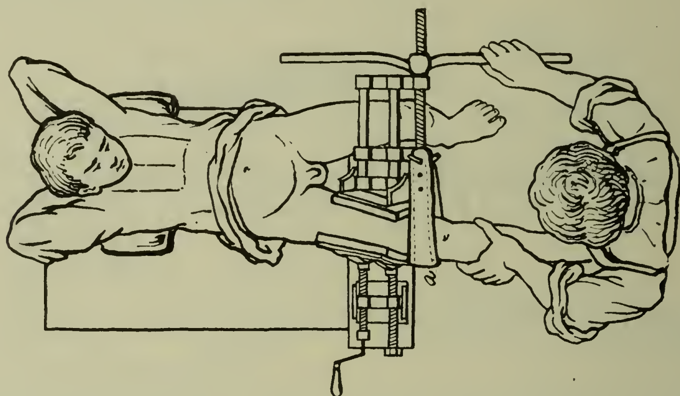


Fig. 177. Redressement eines Genu valgum (Lorenz).

alt; eine große Verbreitung konnte sie aber erst seit Einführung der Narkose finden. Eine weitere Förderung erfuhr die Operation der unblutigen Dehnung durch die Konstruktion von Schraubenapparaten, welche die Dehnung der verkürzten Weichteile in schonend langsamer und doch wirkungsvoller Weise gestatten.

Es ist besonders das Verdienst von Lorenz, die Methode der unblutigen Operation des modellierenden Redressements ausgebildet und in die orthopädische Chirurgie neu eingeführt zu haben.

Da bei allen diesen Operationen die Dehnung der verkürzten Muskeln die Hauptaufgabe bildet, müssen die Apparate, die wir für diese Zwecke besitzen, kurz erwähnt werden.

Der Redresseur von Lorenz ist in Fig. 177 abgebildet. Der zentralwärts vom deformierten Gelenk gelegene Gliedabschnitt wird zwischen 2 gummigepolsterten Stahlplatten fixiert. An dem peripheren Teil des Gliedes greift die Schlinge *a* an, welche durch Schraubenzug ganz allmählich in Spannung versetzt wird.

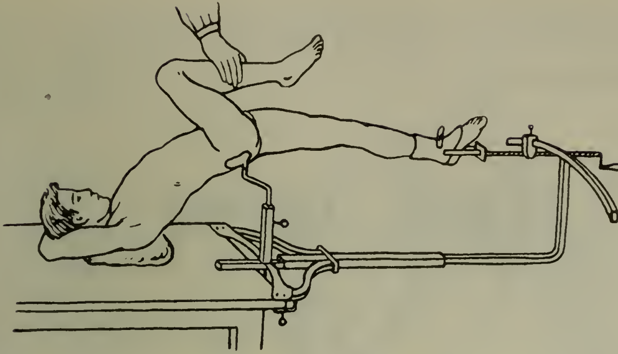


Fig. 178. Redressement einer Hüftbeugekontraktur (Lorenz).

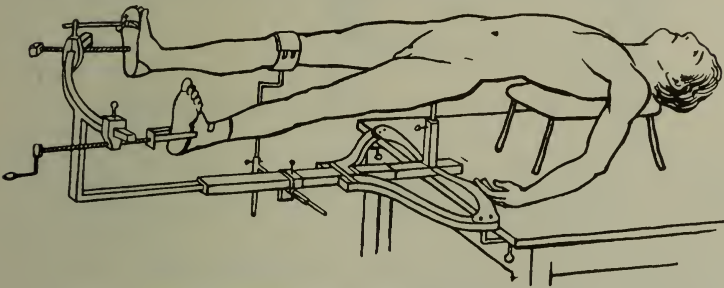


Fig. 179. Redressement einer Hüftadduktionskontraktur (Lorenz).

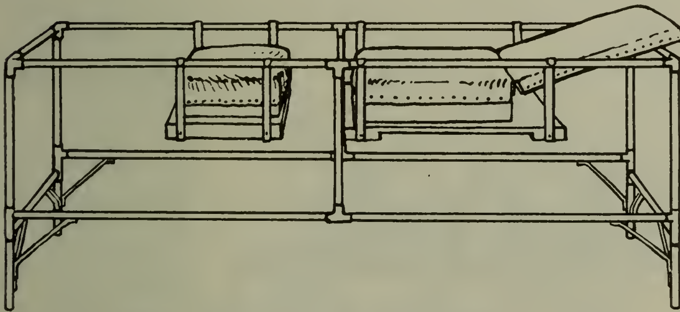


Fig. 180. Orthopädischer Operationstisch (Lange).

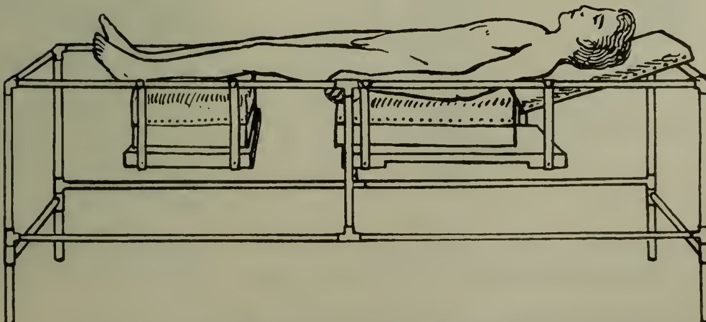


Fig. 181. Lage des Kranken auf dem Langeschen Tisch.

Der Apparat eignet sich besonders zur Dehnung der verkürzten Weichteile bei Klump- und Plattfüßen und X-Beinen. Er ist neuerdings von STILLE verbessert worden.

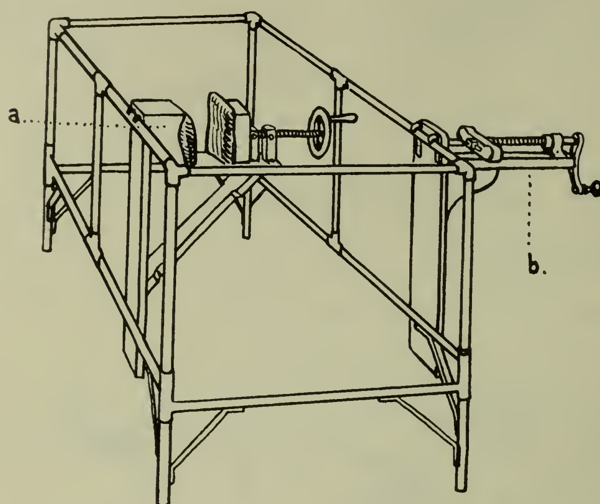


Fig. 182. Fixierungs- und Redressionsvorrichtung am LANGEschen Tisch.

Zur Dehnung der verkürzten Hüftgelenkmuskulatur und zum unblutigen Redressement von Hüftkontrakturen hat LORENZ im Jahre 1898 einen Hüftredresseur konstruiert, der in Fig. 178 und 179 abgebildet ist.

Ich selbst bediene mich seit dem Jahre 1897 zum Redressement der Kontrakturen eines besonderen Operationstisches[1]), der gegenüber den bisherigen Apparaten den Vorzug der Einfachheit und vielseitigen Verwendbarkeit zu haben scheint.

Fig. 180 zeigt den aus Gasrohr hergestellten Tisch mit 2 verschieblichen und herausnehmbaren Einsätzen, auf denen der Patient liegt. Fig. 181 veranschaulicht die Lage des Kranken während der Narkose.

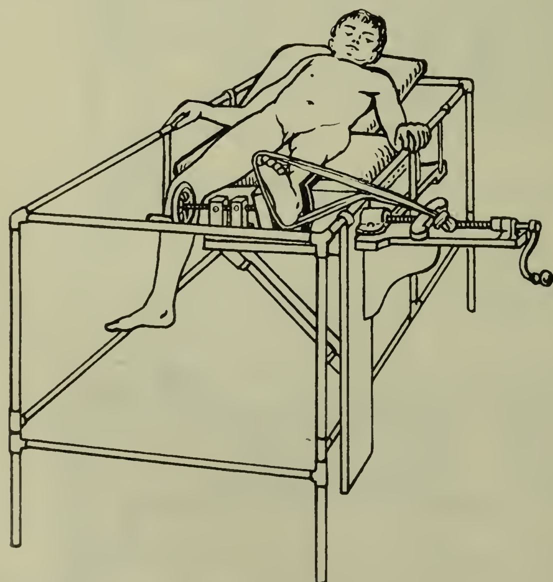


Fig. 183. Redressement eines Klumpfußes (LANGE).

Fig. 182 zeigt die an jeder Stelle des Tisches einzuhängenden Vorrichtungen zum Redressement von Spitz-, Klump- und Plattfüßen, von X- und O-Beinen:

a Lager zur Fixierung des zentralen Körperteiles.

b Schraube zur Korrektur des peripheren Gliedabschnittes.

Fig. 183 skizziert das Redressement eines Klumpfußes.

Fig. 184 zeigt die Anwendungsweise des Tisches bei Kniebeuge-

1) Bezugsquelle: Ingenieur ZÄRINGER, Hannover-Linden.

kontrakturen. Der Patient liegt in Bauchlage; der Zug *a* greift wie ein Schenkelriemen am Tuber ischii an und verhütet, daß der Patient durch den redressierenden Zug nach dem Fußende des Tisches gezogen

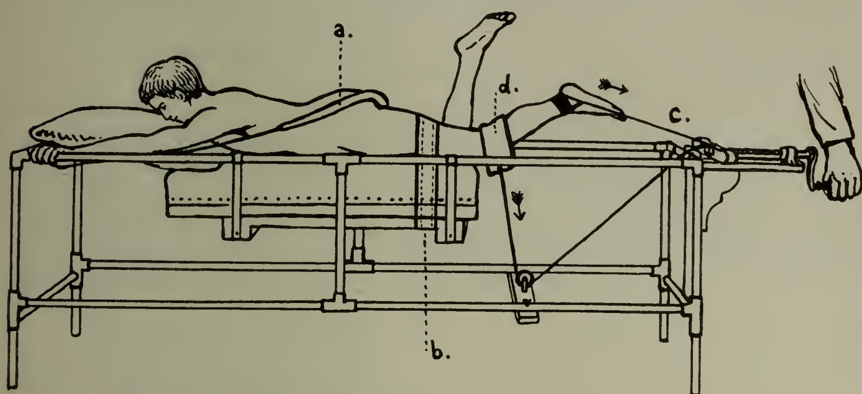


Fig. 184. Redressement einer Kniebeugekontraktur (LANGE).

wird. Der Gurt *b* fixiert den Oberschenkel; der Zug *c*, der zunächst allein in Tätigkeit gesetzt wird, und der an den Malleolen angreift, distrahiert das Gelenk und besorgt eine langsame aber ausgiebige Dehnung des kontrakten Biceps, Semitendinosus und Semimembranosus. In der Regel erzielt man durch diesen Zug eine Beseitigung der Deformität bis zu 140 oder 150°. Den letzten Rest beseitigt man dann dadurch, daß man einen 2. Zug *d* hinzufügt, der am oberen Ende des Unterschenkels angreift und durch seinen senkrecht nach unten wirkenden Zug den Unterschenkel in volle Streckstellung überführt.

Vor anderen Redressionsvorrichtungen hat diese Anwendung den Vorzug, daß sie der Subluxation der Tibia am sichersten entgegenwirkt.

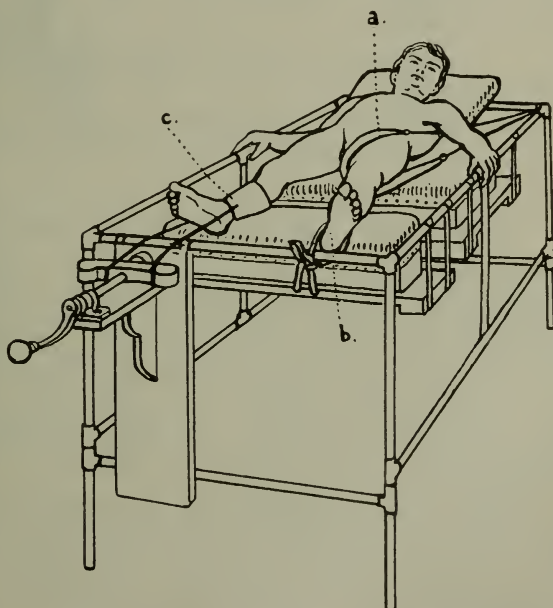


Fig. 185. Redressement einer rechtsseitigen Hüftadduktionskontraktur (LANGE).

Die Adduktionskontrakturen der Hüfte redressiert der Tisch in ähnlicher Weise wie ein Extensions-Heftpflasterverband. Das Becken ist fixiert durch den Reitriemen (*a*, Figur 185) und durch die Gamasche *b* am gesunden Bein. Der korrigierende Zug *c* greift am Knöchel des kranken Beines an und dehnt dadurch die verkürzten Adduktoren.

Sehr gut läßt sich mit dem Tisch der Spitzfuß redressieren. Der Unterschenkel wird zwischen den beiden mit Gummi gepolsterten Holzplatten fixiert (Fig. 182 *a*). Der Zug, der in derselben Richtung wirkt, wie auf Fig. 173, führt den Spitzfuß allmählich in Hackenfußstellung über, und dehnt auf diese Weise die verkürzte Achillessehne. Die Wirksamkeit des Zuges ist so groß, daß die Tenotomie der Achillessehne vielfach dadurch überflüssig wird.

Bei Beugekontrakturen des Hüftgelenkes bereitet die größte Schwierigkeit die sorgsame Fixierung des Beckens. Man kann zu dem Zwecke das gesunde Bein in extremste Beugung bringen (Fig. 186) und es in dieser Stellung durch den querverlaufenden Gurt (*a*) fixieren. Durch die Anspannung der hinteren Gelenkkapsel und des Biceps, Semitendinosus und Semimembranosus, die bei dieser Stellung eintritt, wird eine Drehung des Beckens um seine frontale Achse verhindert.

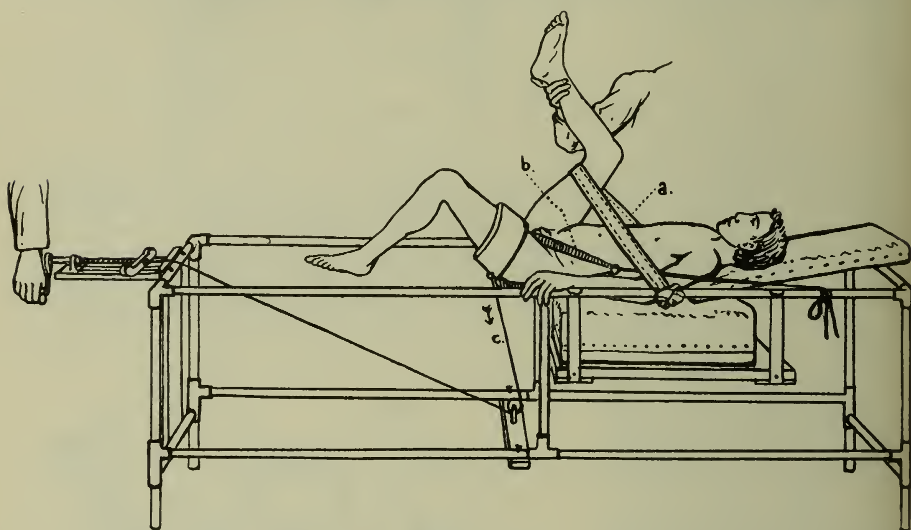


Fig. 186. Redressement einer Hüftbeugekontraktur (Lange).

Eine Verschiebung des Beckens nach dem Fußende des Tisches verhütet der Gegenzug (*b*), der um das Tuber ischii der kranken Seite geführt wird. Zunächst wird, in ähnlicher Weise wie in Fig. 185, eine Dehnung der kontrakten Beugemuskeln durch Zug in Längsrichtung bewirkt. Ist auf diese Weise der größte Teil der Kontraktur beseitigt, so wird schließlich in analoger Weise wie bei Kniekontrakturen ein direkt nach unten wirkender Zug (*c*) hinzugefügt.

Man kann mit diesen eben beschriebenen Schraubenredresseuren Gewalten von 60—80 kg Zugkraft schonend und allmählich an dem deformierten Gelenk zur Entfaltung bringen. Trotzdem wird der Eingriff meist gut ertragen. Die Schmerzen dauern bei gründlich redressierten Gelenken in der Regel nicht länger als einen oder einige Tage.

In den nächsten Tagen stellt sich vielfach eine ödematöse Schwellung an dem redressierten Gliede ein, oder die Haut ver-

färbt sich blaugrün und bekundet dadurch, daß beim Redressieren Gefäße zerrissen wurden und infolgedessen subkutane Blutungen entstanden sind.

Ich habe wiederholt Gelegenheit gehabt, Sehnen, die durch Schraubenzug in Narkose gedehnt worden waren, zu besichtigen. Wenn ich unmittelbar nach dem Redressement die Sehne freilegte, waren in der Regel makroskopische Veränderungen an der Sehne nicht festzustellen. War das Redressement schwer gewesen und führte ich die sekundäre blutige Operation — es handelte sich in der Regel um Sehnenverpflanzungen — 8 oder 14 Tage nach dem Redressement aus, so war das subkutane und peritendinöse Gewebe stark ödematös durchtränkt, so daß aus der Schnittfläche eine seröse oder seröshämorrhagische Flüssigkeit hervorquoll. Aber andere makroskopisch sichtbare Veränderungen konnte ich nicht feststellen.

Daß bei mikroskopischer Untersuchung der Gewebe, vor allem der Sehnen und der Muskelsubstanz Veränderungen festzustellen wären, dürfte nicht zu beweifeln sein; doch liegen experimentelle Untersuchungen darüber noch nicht vor.

Gegenüber dem früher üblichen Brisement forcé hat das Schraubenredressement den großen Vorzug, daß die Weichteile im allgemeinen gedehnt, nicht zerrissen werden.

Die Verletzungen von großen Gefäßen und Nerven, die eine Hauptgefahr bei dem früheren manuellen Redressement bildeten, sind durch die Anwendung der Schraube ebenfalls viel seltener geworden. Nur bei Beugekontrakturen des Knies läßt sich auch bei vorsichtiger Anwendung der Schraube nicht immer eine Lähmung des Peroneus vermeiden; doch habe ich bisher dieselbe regelmäßig wieder zurückgehen sehen.

Vor der Tenotomie hat die allmähliche Dehnung der verkürzten Sehnen durch Schraubenzug ebenfalls gewisse Vorzüge. Daß bei dem Redressement die Hautwunde gespart wird, dürfte nur ausnahmsweise von Bedeutung sein.

Wichtiger ist, daß beim unblutigen Redressement die Dehnung der verkürzten Muskeln viel genauer reguliert werden kann, als das bei der Tenotomie möglich ist.

Bei der Tenotomie — namentlich gilt das für die ursprüngliche Methode von Stromeyer — geben wir nach der Durchtrennung der Sehne jeden Einfluß auf die zukünftige Länge und damit auf die zukünftige Spannung des gedehnten Muskels preis. Von der Spannung hängt aber, wie ich in der Münch. Med. Wochenschr. 1902 erörtert habe, wesentlich die Arbeitsleistung des Muskels ab.

Zieht sich der zentrale Muskelstrang nach einer Tenotomie allzuweit zurück, und wird der Muskel dadurch zu lang, so kann er sich in funktioneller Hinsicht ebenso wie ein gelähmter Muskel verhalten; die Kontraktion des Muskelbauches wird dann dazu verbraucht, um die schlaffe Sehne anzuspannen; aber sie genügt nicht mehr, um eine Bewegung des Knochens, an dem die Sehne inseriert, zu bewirken.

Leichte Schädigungen der Sehne infolge der Tenotomie beobachtet man häufig, wenn man darauf achtet. Nach der Tenotomie der Achillessehne bei Spitzfüßen vergehen z. B. oft Monate und Jahre, ehe die

Patienten so viel Kraft im tenotomierten Gastrocnemius haben, daß sie mit dem operierten Fuß auf den Zehen stehen können.

Auf der anderen Seite hat aber die Tenotomie auch Vorzüge vor dem unblutigen Redressement.

Schon STROMEYER behauptete, daß bei dem Brisement forcé bei Beugekontrakturen des Kniegelenkes ohne Tenotomie der Sehnen des Biceps, Semitendinosus und Semimembranosus die Gefahr der Subluxation der Tibia nach hinten gegeben sei.

Diese Befürchtung ist nicht von der Hand zu weisen, wenn der Unterschenkel in Streckstellung übergeführt wird, ehe eine genügende Verlängerung des Biceps, Semitendinosus und Semimembranosus erzielt ist.

Bei den Methoden, die ich oben für das Redressement der Beugekontrakturen empfohlen habe, beginne ich deshalb mit der Extension in der Längsrichtung des Gliedes, um zunächst die verkürzten Beugemuskeln ergiebig zu dehnen.

Ich glaube überhaupt, daß man auf eine gründliche Verlängerung der verkürzten Muskeln großen Wert legen muß, ehe man die Kontraktur vollständig beseitigt, sobald die Knochen, welche das deformierte Gelenk zusammensetzen, weich und mürbe sind. Besonders trifft das zu bei allen tuberkulösen Kontrakturen im frischen entzündlichen Stadium.

Dank der Röntgenbilder können wir uns jetzt in jedem einzelnen Falle über den Gehalt der Knochen an Kalksalzen und über ihre Druckfestigkeit orientieren, und wir müssen den Befund des Röntgenbildes beim Redressement sorgfältig berücksichtigen. Führt man z. B. eine tuberkulöse Kniekontraktur, bei der das Röntgenbild hochgradige Kalkarmut der Kondylen von Femur und Tibia ergeben hat, direkt in Streckstellung über, ohne vorher die Beugemuskeln genügend zu verlängern, so ist entschieden die Gefahr gegeben, daß die weichen, tuberkulösen Knochen zusammengepreßt werden, und daß die Destruktion der Gelenkenden sehr erheblich begünstigt wird.

Grundsatz muß deshalb sein, beim Redressement von allen tuberkulösen Gelenkkontrakturen zunächst ergiebig die Gelenkenden zu distrahieren und dadurch die verkürzten Muskeln zu verlängern, ehe man die volle Korrektur der Deformität erzwingt. In allen schweren Fällen ist es wünschenswert, durch Röntgenbilder, die unmittelbar vor und nach dem Redressement aufzunehmen sind, den Erfolg unseres Eingriffes zu kontrollieren.

Erst dadurch werden wir vollen Einblick in die Folgen des Redressements bekommen.

Was von dem Redressement der tuberkulösen Kniekontrakturen gesagt wurde, gilt auch für die Hüftkontrakturen. Die Gefahr, daß durch das Redressement von tuberkulösen Kontrakturen ein Rezidiv des entzündlichen Prozesses ausgelöst würde, schätze ich für gering, wenn sofort nach der Operation ein Verband angelegt wird, welcher das kranke Gelenk fixiert und entlastet. Auch die Befürchtung, daß durch ein vorsichtig ausgeführtes Schraubenredressement eine Miliartuberkulose entsteht, halte ich in Uebereinstimmung mit LORENZ nicht für gerechtfertigt. In dieser Beziehung haben die

zahlreichen Erfahrungen der letzten Jahrzehnte die Ungefährlichkeit der neuen Methode gegenüber dem Brisement forcé zur Genüge gezeigt.

Wohl aber haftet dem unblutigen Redressement einer jeden, auch nicht tuberkulösen Deformität, eine Gefahr an, auf die wir erst in den letzten Jahrzehnten aufmerksam geworden sind — die Gefahr der Fettembolie.

Tötlich verlaufene Fälle von Fettembolie infolge eines unblutigen Redressements sind mitgeteilt von Colley und Ahrens, Payr, Hoffa und Lympius.

Ich selbst beobachtete im Jahre 1898 bei einem 6-jährigen Knaben, der an doppelseitigen tuberkulösen Kniebeugekontrakturen von 140 ^{0} litt, nach dem Redressement einen Zustand, der höchst wahrscheinlich auf Fettembolie zurückzuführen war. Es traten 48 Stunden nach der Operation hochgradige Cyanose, Atemnot und Krämpfe auf. Der Zustand dauerte mehrere Stunden und wiederholte sich am nächsten Tage noch 2mal. Doch erholte sich das Kind und kam zur Genesung.

Aehnliche Zustände habe ich bei 2 Kindern, einem 7-jährigen Knaben und einem 6-jährigen Mädchen, beobachtet, die beide an doppelseitiger Hüftverrenkung litten und bei denen ich vergeblich den Versuch der Reposition gemacht hatte.

Es ist wünschenswert, daß der Chirurg diesen Zuständen seine Aufmerksamkeit schenkt, damit wir lernen, wie groß die Gefahr der Fettembolie ist, die dem unblutigen Redressement anhaftet.

Leichte Kontrakturen und Deformitäten redressiert man in einer Narkose; bei schwereren Fällen empfiehlt es sich, das Redressement in mehreren Sitzungen vorzunehmen. Besonders ist ein solches Vorgehen bei schweren Kniebeugekontrakturen zur Schonung der Gefäße und Nerven angezeigt.

Um das Resultat des Redressements festzuhalten, ist der Gipsverband allen anderen Verbänden und Apparaten vorzuziehen. Der Gipsverband muß das deformierte Glied für 1—6 Monate in korrigierter oder überkorrigierter Stellung festhalten.

Nach der Entfernung des Gipsverbandes ist in der Regel noch die Benutzung einer Tag- oder mindestens einer Nachtschiene notwendig, um einem Rezidiv vorzubeugen.

Gleichzeitig tritt dann die Massage und Gymnastik in Tätigkeit, um die Muskulatur, die während der Fixierung im Verband stets leidet, zu kräftigen.

II. Die offene Durchschneidung.

Die offene Durchschneidung der verkürzten Sehne stellt die älteste blutige Methode der Sehnenverlängerung dar. Durch die subkutane Tenotomie Stromeyers wurde sie zunächst vollständig verdrängt, kam aber wieder in Aufnahme, als die Antisepsis und Asepsis gelehrt hatten, auch bei großen Wunden die Gefahr der Infektion zu vermeiden.

Volkmann war der erste, der wieder zur offenen Durchschneidung zurückkehrte. Er empfahl im Jahre 1885 diese Operation bei Schiefhals

an Stelle der subkutanen Tenotomie, weil man gründlicher die verkürzten Weichteile in der offenen Wunde durchtrennen kann, ohne eine Gefäßverletzung befürchten zu müssen.

Allgemeine Anwendung hat die VOLKMANNsche Empfehlung nicht gefunden, und es gibt sicher genug Schiefhälse, bei denen man mit der subkutanen Tenotomie auskommen kann oder selbst mit dem von LORENZ neuerdings für den Schiefhals empfohlenen Verfahren der unblutigen Dehnung des Sternocleidomastoideus mit darauffolgendem modellierendem Redressement.

Für sehr schwere Schiefhälse halte ich jedoch die offene Durchschneidung auch heute noch für angezeigt. Ich durchschneide aber den Sternocleidomastoideus nicht wie VOLKMANN am Sternum, sondern seit dem Jahre 1897 unmittelbar an seiner Insertion, am Proc. mastoideus. Maßgebend für dieses Vorgehen war für mich die Beobachtung, daß nicht selten im Verlauf des Sternocleidomastoideus Verwachsungen mit den tiefer gelegenen Weichteilen und der Halswirbelsäule vorkommen. Hat man die Durchtrennung unten am Sternum vorgenommen, so verhindern diese Verwachsungen die Geraderichtung des Kopfes, welche stets das Hauptziel der Operation bleibt. Wenn man dagegen den Muskel am Proc. mastoideus durchtrennt, so bilden die Verwachsungen kein Hindernis, das sich der Korrektur der schiefen Kopfhaltung entgegensetzte.

Die Operation ist sehr einfach: Ein Längsschnitt legt das obere Drittel des verkürzten Sternocleidomastoideus frei. Dann wird der Muskel unmittelbar an seinem Ansatzstumpf frei präpariert und etwa 1 cm unterhalb der Insertion am Proc. mastoid. auf der Hohlsonde durchschnitten.

Die großen Gefäße kommen bei dieser Operation gar nicht zu Gesicht. Man muß sich nur hüten, den Accessorius zu verletzen. Er tritt meist an der Grenze von oberem und mittlerem Drittel des Sternocleidomastoid. von hinten her in den Muskelbauch ein und könnte, wenn man den Muskel weiter unten durchschneidet, verletzt werden. Es empfiehlt sich deshalb stets, 1 cm abwärts von der Insertion am Knochen die Durchtrennung vorzunehmen.

Nach der Tenotomie erfolgt ein ergiebiges Redressement, und endlich wird der Kopf in möglichst überkorrigierter Stellung eingegipst.

Ich bin bisher mit der beschriebenen Methode, die — wie ich privaten Mitteilungen französischer Kollegen entnehme — in Frankreich schon seit längerer Zeit ausgeübt wird, ausgekommen und habe bisher die von MIKULICZ empfohlene partielle oder totale Exstirpation des Sternocleidomastoideus noch niemals auszuführen brauchen. Einmal habe ich bei einem leichten Fall mit gleich gutem Erfolge die Methode subkutan ausgeführt. Für alle schwereren Fälle dürfte aber die offene Durchschneidung vorzuziehen sein.

Die Methode hat, abgesehen davon, daß sie die Korrektur der Kopfstellung wesentlich erleichtert, noch den weiteren kosmetischen Vorzug, daß das Relief des Sternocleidomastoideus am Jugulum erhalten bleibt und die von FODERL und WILKOWITSCH empfohlene plastische Verlängerung des Sternocleidomastoideus unnötig wird.

Die offene Durchschneidung der kontrakten Muskeln ist dann ferner im Jahre 1889 von LORENZ zur Behandlung von Hüft-

kontrakturen empfohlen worden. Neuerdings scheint das Verfahren von Lorenz selbst zu Gunsten der subkutanen Tenotomie und der unblutigen Dehnung wieder aufgegeben zu sein. Und mit Recht!

Bei der Durchschneidung der in der Regel am stärksten kontrakten *Adduktoren* kommt die Wunde sehr nahe den Genitalien zu liegen. Die Gefahr der sekundären Infektion ist auch heute noch groß und kann besonders verhängnisvoll werden, wenn das Redressement sehr schwierig war, und wenn die in der Tiefe gelegenen Weichteile stark mit Hämorrhagien durchsetzt sind. Wenn irgend möglich, werden die meisten Chirurgen solche Wunden vermeiden und statt dessen die unblutige Dehnung oder die subkutane Tenotomie vornehmen.

Wie für Hüftkontrakturen ist auch für *Beugekontrakturen des Kniegelenkes* von verschiedenen Seiten die offene Durchschneidung des Biceps, Semitendinosus und Semimembranosus empfohlen worden. Die Veranlassung zu diesem Vorgehen war die *Furcht, daß bei einer subkutanen Tenotomie des Biceps der Peroneus verletzt werden könnte.*

Die Gefahr wird von manchen Chirurgen für gering geachtet, und tatsächlich habe ich in der Literatur keine solchen Unglücksfälle veröffentlicht gefunden; doch kann deshalb nicht angenommen werden, daß sie nicht vorkommen. Mir ist ein solcher Fall bekannt, der einem ausgezeichneten Chirurgen passierte, und ich persönlich pflege, wenn ich die Beugemuskeln durchtrennen muß, in offener Wunde zu durchschneiden. Ich habe bei Beugekontrakturen infolge von Quadricepslähmung häufig Gelegenheit gehabt, die Kniekehle in vivo zu studieren und ich halte die Gefahr, daß auch einem erfahrenen Operateur bei der Durchtrennnng des Biceps die Verletzung des Peroneus passieren kann, für gegeben. Namentlich wenn neben der Beugekontraktur ein Genu valgum besteht, oder wenn eine Drehung des Unterschenkels um seine Längsachse stattgefunden hat, sind die Muskeln, die Gefäße und Nerven oft so verlagert, daß man selbst bei offener Durchtrennung recht vorsichtig arbeiten muß, um unbeabsichtigte Nebenverletzungen zu vermeiden.

Aber auch bei offener Durchschneidung bleiben ernste Gefahren für die Gefäße und Nerven bei dem Redressement von schweren Beugekontrakturen des Kniegelenkes bestehen. Durch die Durchschneidung der kontrakten Muskeln erleichtert man sich die Geraderichtung des Beines außerordentlich; aber gleichzeitig gibt man die verkürzten Gefäße und Nerven schutzlos dem Zuge der Schraube preis. Ich habe mich häufig davon in offener Wunde überzeugen können, daß nach Durchtrennung der verkürzten Muskeln das Nerven- und Gefäßbündel sich straff anspannte und äußerst gefährdet ist, sobald man brüsk und schnell vorgeht.

Wenn eine Durchschneidung der Muskeln nicht zu umgehen ist, muß man nachher um so langsamer die Gelenkkapsel strecken, und wenn es sich um recht- oder gar spitzwinklige Kontrakturen handelt, in Etappen redressieren.

Wenn aber die Durchschneidung der Muskeln nicht unbedingt notwendig ist, empfehle ich von derselben abzusehen und die Muskeln nach der oben beschriebenen Methode langsam aber ergiebig zu dehnen.

Die straffen Muskeln bilden den besten Schutz gegen eine zu gewaltsame Dehnung der Gefäße und Nerven.

Am Fuße wurde die offene Durchschneidung eine Zeitlang sehr häufig geübt, auf die Empfehlung von PHELPS hin, der bei Klumpfüßen die Weichteile auf der Konkavseite des Fußes durchtrennt. Bei der PHELPSschen Operation werden nach einem Hautschnitt, der vom Mall. intern. bis zum Talushals reicht, die Sehnen des Tibialis post., des Abductor hallucis, der Plantarflexoren und des Flexor brevis und longus und das Ligament. deltoid. durchtrennt und dann der Fuß redressiert.

Diese Operation wurde eine Zeitlang sehr häufig ausgeführt. MOLLIER und PHELPS konnten über 342 Operationen berichten.

BESSEL-HAGEN empfahl, um das Klaffen der Wunde zu vermeiden, einen Längsschnitt an der Innenseite des Fußes, der später durch die Naht geschlossen wird.

Beide Operationen sind rationell erdacht und werden heute noch ausgeführt. Diejenigen Chirurgen, welche mit Schraubenredresseuren zu arbeiten pflegen, werden aber selten zu einer solchen Operation gezwungen sein.

LORENZ, dem wir die beste Methode zum Redressement des Klumpfußes durch Schraubenzug verdanken, benutzt die PHELPSsche Methode nicht. Ebensowenig wird dieselbe von VULPIUS ausgeführt, welcher an einem großen Material das LORENZsche Verfahren ausgeübt hat. Auch ich selbst bin in den letzten 8 Jahren, seitdem ich mit Schraubenzug Klumpfüße redressiere, niemals gezwungen gewesen, die PHELPSsche Operation zu machen, trotzdem sich unter den Hunderten von Klumpfüßen, die ich redressiert habe, sehr schwere Formen bei 20-, 30- und 40-jährigen Patienten fanden. Nur 3mal sah ich mich zu einer subkutanen Durchtrennung der Plantarfascie veranlaßt, die als straff gespannter Strang leicht durchgefühlt werden konnte, und von einer kleinen Wunde an der Mitte des inneren Fußsohlenrandes leicht subkutan zu durchschneiden war.

Ich habe die PHELPSsche Operation verlassen, weil große Wunden beim Klumpfußredressement zu vermeiden sind; denn jede große Wunde erschwert ein ergiebiges Redressement und erschwert vor allem auch das Resultat des Redressements in einem Verband festzuhalten, weil die Fenster im Verbande, die durch eine offene Wunde erfordert werden, stets die Haltbarkeit desselben beeinträchtigen.

Endlich ist für die Tenotomie der Achillessehne die offene Durchtrennung im Jahre 1891 von BAYER empfohlen worden. BAYER hat die Sehne von einer offenen Wunde aus treppenförmig durchschnitten und dann wieder zusammengenäht.

Muß man schon so wie so die Achillessehne freilegen, wie z. B. bei manchen Sehnenverpflanzungen, so empfiehlt es sich, die ursprüngliche, 1891 empfohlene BAYERsche Methode anzuwenden. Für alle anderen Fälle führt man besser die BAYERsche Operation subkutan aus, nach der Methode, die BAYER selbst im Jahre 1901 empfohlen hat, und die weiter unten ausführlich besprochen werden muß.

III. Die subkutane Tenotomie.

Am 28. Februar 1831 wurde zum ersten Male von STROMEYER die subkutane Tenotomie der Achillessehne bei einem 19-jährigen Patienten

ausgeführt. Der Patient litt seit dem 4. Jahre an einem linksseitigen Klumpfuß und war so übel daran, daß er nur mit einer Art Stelzfuß und Krücken gehen konnte. Beim damaligen Stande der Orthopädie war Amputation angezeigt und deshalb war ein Versuch, durch eine neue Operation den Fuß zu erhalten, unter allen Umständen erlaubt.

Die Operation selbst beschreibt STROMEYER mit folgenden Worten: „Der Patient saß vor mir auf einem Tische, indem er mir seine linke Seite zuwandte; ein Assistent fixierte das Knie; ein zweiter faßte den Fuß und flektierte ihn dergestalt, daß eine starke Anspannung der Achillessehne entstand. Ich selbst ergriff ein spitzes, gekrümmtes, ganz schmales Fistelmesser und stieß dasselbe 2 Zoll oberhalb der Insertion der Sehne zwischen diese und die Tibia ein, den Rücken des Messers gegen dieselbe gekehrt, die Schneide so nahe an der Sehne, daß dieselbe schon beim Durchdringen des Instrumentes mit einem krachenden Geräusch getrennt wurde. Meine Absicht, möglichst kleine äußere Wunden zu machen, um den Zutritt der Luft, Eiterung und Exfoliation der Sehne zu verhüten, habe ich so vollkommen erreicht, daß die Spitze des Fistelmessers an der entgegengesetzten Seite nur eben herausgedrungen war, um eine blutende Wunde zu verursachen.“


Fig. 187. Tenotom (DIEFFENBACH).

Diese Beschreibung zeigt, daß STROMEYER schon bei der ersten Operation die Technik vollkommen ausgebildet hatte.

Wir machen die Operation jetzt in der Regel in Narkose, in Rückenlage unter strenger Asepsis; aber im wesentlichen verfahren wir auch heute noch ebenso wie STROMEYER. Wir lassen durch einen Assistenten die Achillessehne durch kräftige Dorsalflexion des Fußes anspannen, stechen das DIEFFENBACHsche Tenotom (Fig. 187) am Innenrande der Achillessehne 2—3 cm oberhalb der Insertion am Calcaneus ein, und führen die flachgehaltene Klinge zwischen Sehne und Knochen, indem wir uns eng an die Hinterfläche der Sehne halten, durch, bis die Spitze des Tenotoms unter der Haut der Außenseite fühlbar wird. Nun wird das Messer gedreht, so daß die Schneide desselben der Hinterfläche der Sehne zugewendet ist und in kurzen sägenden Zügen wird die Sehne durchtrennt. Sind alle Fasern der Sehne durchschnitten, so spürt man einen Ruck und kann deutlich die Lücke, die in der Achillessehne entstanden ist, sehen und fühlen. Ebenso vorsichtig als das Tenotom in die Wunde eingeführt ist, wird es auch aus der Wunde entfernt. In dem Augenblick, wo die letzten Fasern der Sehne durchschnitten werden, muß der Operateur besondere Aufmerksamkeit darauf verwenden, daß nicht die Spitze des Messers auf der lateralen Seite die Haut durchbohrt.

Weiter ist darauf zu achten, daß nicht etwa die Art. tibialis post. verletzt wird. Führt man das Tenotom an der medialen Seite ein, und nimmt man die Durchtrennung der Sehne von innen nach außen vor, wie STROMEYER und DIEFFENBACH empfohlen haben, so ist diese Gefahr ausgeschlossen.

Eher kann eine solche Nebenverletzung vorkommen, wenn man die von französischen Autoren, vor allem von Guérin eingeführte Methode befolgt und die Sehne von außen nach innen durchtrennt. Das Tenotom wird bei diesem Vorgehen zwischen Haut und Sehne eingeführt und die Sehne in der Richtung von der Haut nach dem Knochen zu durchtrennt. Bei dieser Methode kann durch ein Ausfahren des Tenotoms im Moment, wo die letzten Sehnenfasern durchschnitten werden, die Arterie verletzt werden. Für die Achillessehne ist deshalb die ursprüngliche Stromeyersche Methode (Durchtrennung von innen nach außen) vorzuziehen.

Die anatomischen Vorgänge, die sich nach einer Tenotomie abspielen und schließlich zu einer Regeneration der Sehne führen, erregten schon früh das Interesse der Forscher, und haben bis in die neueste Zeit zu Untersuchungen Veranlassung gegeben.

Trotz der sorgfältigen Arbeiten von Ammon (1837), Bonnet, Velpean, Paget (1853), Pirogoff, Bomer, Dembowski, Adams (1860), Bizzozero, Belzow (1883), Viering (1891), Busse (1892), Enderlen (1893), Schradieck (1900), Marchand (1901) und Seggel (1902) ist auch heute noch die Frage nicht endgültig beantwortet.

Sicher festgestellt ist durch die Tierexperimente, daß die Lücke zwischen den beiden durchschnittenen Sehnenenden zunächst durch Blut ausgefüllt wird. Und als ebenso regelmäßige Beobachtung wird geschildert, daß nach einigen Monaten an Stelle des Blutgerinnsels sich ein sehniges Zwischenstück findet, das eine solide Verbindung zwischen den beiden durchschnittenen Sehnenenden darstellt, und das sowohl makroskopisch wie mikroskopisch eine weitgehende Aehnlichkeit mit den ursprünglichen durchschnittenen Sehnen hat. Fraglich ist nur, auf welche Weise dieses Zwischenstück entsteht.

Einzelne Autoren, wie Ammon und Enderlen, lassen die Neubildung vorwiegend von den durchschnittenen Sehnenstümpfen ausgehen. Eine andere Gruppe von Autoren, in neuester Zeit wird diese Richtung vorwiegend von Viering, Busse, Marchand, Schradieck, Ricker vertreten, lassen das neue Sehnenstück aus dem Bindegewebe der Umgebung entstehen. Eine dritte Ansicht endlich läßt sowohl die Sehnenstümpfe wie das die Sehnen umgebende Bindegewebe bei der Ausfüllung des Defektes beteiligt erscheinen.

Die letzten Untersuchungen in dieser Richtung verdanken wir Seggel, der zu folgendem Ergebnis gelangt ist (S. 13).

„Der durch Retraktion der Sehnenenden entstehende Defekt wird von einem Bluterguß ausgefüllt. Dieser wird von den Elementen des Peritenonium ext. und int. aus organisiert und so zunächst die Verbindung der beiden Sehnenenden wieder hergestellt. Sekundär findet dann ein Ersatz des primären Interprolationsgewebes durch eigentliches typisches Sehnengewebe statt, indem vom 6. Tage ab die Regeneration der Sehne einsetzt, zuerst in den tiefen ventralen Schichten, die infolge der hier intakt gebliebenen Sehnenscheide unter besseren Ernährungsbedingungen stehen als die dorsal gelegenen Elemente, über denen eine ausgiebige Spaltung der Sehnenscheide stattgefunden. So wird sekundär das primäre Ersatzgewebe durch Sehnenregeneration völlig zum Verschwinden gebracht.“

Die Angaben von Seggel stützen sich auf Beobachtungen, die er nach der Tenotomie der Achillessehne bei Meerschweinchen und Kaninchen angestellt hat. Ob die Angaben für die Regeneration der Sehne unter allen Verhältnissen gelten, ist zunächst noch nicht entschieden.

Wie sich die Sehnenneubildung z. B. bei der Anlegung von seidenen Sehnen von 10—20 cm Länge vollzieht, ist noch nicht völlig aufgeklärt. Ich konnte bei künstlichen Sehnen von Seide, die 1 bis 2 Jahre funktioniert hatten, eine Umwachsung der seidenen Sehne durch einen Schlauch von neugebildetem Gewebe feststellen, dessen Wandung ca. 3—5 mm dick war. Die mikroskopische Untersuchung ergab, daß in den der Seide zunächst gelegenen Schichten das neugebildete Gewebe den Charakter von jugendlichem Bindegewebe zeigte und zahlreiche Zellen — auch Riesenzellen und Gefäße — enthielt, während nach der Peripherie zu das Bindegewebe immer zellen- und gefäßärmer wurde und schließlich in den peripheren Teilen des neugebildeten Gewebeschlauches den Anblick des echten Sehnengewebes bot.

Diese Beobachtungen sprechen dafür, daß zunächst in der Umgebung der Seide ein jugendliches, zellenreiches Gewebe entsteht — wahrscheinlich ist der Reiz des Fremdkörpers dabei von Einfluß — und daß dieses Gewebe später sich in altes, zellarmes Bindegewebe und endlich in echtes Sehnengewebe umwandelt.

Doch wird durch einige Präparate die Frage der Regeneration nicht entschieden; sie bedarf vielmehr immer noch neuer Untersuchungen, trotz der vielen Bearbeitungen, die sie schon gefunden hat.

Für den Praktiker ist wichtig, daß bei den zahllosen Tenotomien der Achillessehnen von Tieren in der Regel eine Wiedervereinigung der durchschnittenen Sehnenenden durch festes Gewebe eingetreten ist. Der gleiche Befund wurde gelegentlich der Autopsie von tenotomierten Achillessehnen der Menschen erhoben.

Nach der Tenotomie der Achillessehne darf man deshalb in der Regel erwarten, daß eine feste Verbindung zwischen den durchschnittenen Sehnenenden sich wieder herstellt. Auch nach Ausführung der Myotomie, d. h. nach der Durchschneidung des Muskelbauches, ist in der Regel eine Vereinigung der durchschnittenen Muskelenden durch festes Gewebe zu erwarten.

Wir verdanken Untersuchungen darüber R. Volkmann. Nach ihm „geht die Regeneration des quergestreiften Muskelgewebes von den Kernen der alten Fasern aus. Die Neubildung der jungen Elemente kann ohne direkten Zusammenhang oder im Zusammenhang mit den alten Fasern vor sich gehen. Im ersten Falle, in welchem durch das Sarkolemm noch eine äußere Verbindung erhalten bleiben kann, gleicht die Regeneration im allgemeinen dem embryonalen Typus der Muskelfaserbildung; die zweite Art entspricht dem als „Knospenbildung“ bezeichneten Vorgang.

In beiden Fällen stellt ausnahmslos die Wucherung der Muskelkerne und des diese Kerne umgebenden Protoplasmas den Anfang des Regenerationsprozesses dar, während die Bildung von Muskelknospen durch direktes Auswachsen der kontraktilen Substanz nicht nachweisbar ist. Beide Typen können gleichzeitig nebeneinander vorkommen, außer-

dem gibt es Uebergangsformen zwischen ihnen." (SCHMIDTS Jahrbücher, Bd. 239, Jahrg. 1897, S. 126.)

Endlich haben die Operationen von GLUCK und von mir erwiesen, daß sich erstaunlich viel Sehnengewebe neubilden kann, sobald eine künstliche Verbindung zwischen den beiden durchschnittenen Sehnenenden oder zwischen Sehne und Knochen durch Seide hergestellt wird, an der entlang das neue Gewebe wuchern kann.

Einzelne künstliche Sehnen, die ich bei Quadriceps-Plastiken gebildet habe, waren über 20 cm lang und erreichten allmählich einen Durchmesser von Bleistiftstärke.

Diese Beobachtungen sprechen für eine ganz außerordentliche Regenerationskraft des Sehnengewebes und würden die Prognose der Sehnenverletzungen außerordentlich günstig gestalten, wenn sie für alle Sehnen zutreffend wären.

Leider ist das nicht der Fall. VOLKMANN machte schon im Jahre 1882 darauf aufmerksam, daß Sehnen, die völlig isoliert innerhalb langer synovialer Kanäle verlaufen, zumal wenn diese durch knorpelige Halbrinnen fest an den darunter liegenden Knochen geheftet sind, außerordentlich wenig Neigung zur Regeneration zeigen.

Besonders gilt das von den Sehnen der Finger und Zehen, von den Sehnen des Tibial. ant. und posticus und der Peronei.

Die VOLKMANNschen Angaben sind in den letzten 30 Jahren gelegentlich der Ausführung von Sehnennähten bei veralteten Sehnendurchschneidungen immer wieder bestätigt worden. Namentlich nach Durchschneidung der Fingerbeuger und -Strecker fanden sich, auch wenn Monate seit der Verletzung vergangen waren, häufig keine neugebildeten Zwischenstücke zwischen den mehr oder weniger weit auseinandergewichenen Sehnenstümpfen, und infolgedessen hatte sich in der durchschnittenen Sehne keine Funktion wiederhergestellt.

VOLKMANN glaubte auf Grund der PIROGOFFschen Untersuchungen, die Ursache der mangelnden Regeneration bei diesen Sehnen darauf zurückführen zu dürfen, daß in den Sehnenscheiden der Finger und Zehen in der Regel der Bluterguß zu gering ist, und daß deshalb der traumatische Reiz, der nach seiner Ansicht für die Regeneration der Sehne notwendig ist, zu gering wirkt.

Die histologischen Untersuchungen von BILLROTH, BUSSE, ENDERLEN und SEGGEL dagegen haben ergeben, daß erhebliche Blutergüsse einen verzögernden und hemmenden Einfluß auf die Sehnenneubildung ausüben, und deshalb darf in dem mangelnden Bluterguß nicht die Ursache zurückbleibender Verwachsung gesucht werden.

Wahrscheinlich ist, daß nach der Durchtrennung der Sehnen der Finger und Zehen — wie VOLKMANN schon ebenfalls betont hat — sehr früh Verwachsungen der Sehnenstümpfe mit der derben Sehnenscheide und mit den unmittelbar daneben liegenden Knochen auftreten, und daß deshalb der Reiz der Funktion auf das zwischen den Sehnenenden liegende Gewebe sich nicht geltend machen kann. Daß aber die Funktion auf die Neubildung der Sehne von ganz entscheidendem Einfluß ist, ergaben meine Beobachtungen an künstlichen Sehnen.

Wenn ich 6 oder 8 Wochen nach der Operation den Gipsverband abnahm, waren die künstlichen Sehnen zunächst nicht dicker als un-

mittelbar nach der Operation, und man konnte an dünnen Hautstellen die einzelnen Seidenstränge deutlich durchfühlen. Wenn aber die Bewegung des operierten Gliedes freigegeben und die Sehne einige Monate in Spannung versetzt war, wurde regelmäßig die Neubildung von Gewebe in der Umgebung des Seidenstranges durch die Palpation nachweisbar und führte allmählich zur Umwachsung der seidenen Sehnen mit echtem Sehnengewebe.

Möglicherweise spielen bei der ausbleibenden Vereinigung der durchschnittenen Sehnen an Fingern und Zehen noch andere Momente mit, die vielleicht erst später aufgeklärt werden. Mit der Tatsache selbst haben wir aber schon jetzt zu rechnen, daß bei den genannten Sehnen die Tenotomie einen gefährlichen Eingriff darstellt, und wir müssen es als einen glücklichen Zufall betrachten, daß wir bei diesen Sehnen nur selten Veranlassung zur Tenotomie haben.

An den Sehnen dagegen, an denen wir am häufigsten die Tenotomie vornehmen, an der Achillessehne, an den Adduktoren des Hüftgelenkes, am Tensor fasciae und dem Sternocleidomastoideus, dürfen wir nach der Stromeyerschen Tenotomie in der Regel auf eine Vereinigung der durchschnittenen Enden durch ein festes Gewebe rechnen, und die Methode führt bei diesen Sehnen eine Verlängerung der Sehnen herbei, ohne die Kontinuität der Sehne dauernd zu opfern.

Dagegen gewährt die Methode keinen Einfluß auf das Maß der Verlängerung, und das ist ein Mangel, welcher der Stromeyerschen Methode anhaftet. Denn es ist durchaus nicht gleichgültig, um wie viel eine Sehne verlängert wird; die Leistungsfähigkeit jedes Muskels hängt vielmehr sehr wesentlich von der Spannung ab, unter welcher der Muskel zwischen seinen beiden Ansatzpunkten am Knochen angeheftet ist.

Fehlt die normale Muskelspannung, so ist die Leistungsfähigkeit des Muskels ganz außerordentlich herabgesetzt, weil die Kontraktion des Muskelbauches sich nicht direkt in eine Bewegung des Gliedes umsetzt, sondern zunächst verbraucht wird, um die schlaffe Sehne in Spannung zu versetzen.

Solche Beobachtungen kann man an tenotomierten Achillessehnen sehr häufig machen. Die Kraft der Plantarflexion bei redressierten Spitzfüßen, an denen die Achillessehne nach der alten Methode durchschnitten war, ist oft außerordentlich herabgesetzt, so daß die Patienten oft Monate und selbst Jahre lang nach der Operation nicht im stande sind, auf den Zehenspitzen zu stehen, und infolge der mangelnden Kraft auch zu einem sehr vorsichtigen Gehen gezwungen sind.

Diese übermäßige Verlängerung der Achillessehne infolge der Stromeyerschen Tenotomie hat bisher nicht die Beachtung gefunden, die sie meines Erachtens verdient.

Die höchsten Grade erreicht diese Verlängerung — wie ich in der Münch. med. Wochenschr. 1902 nachgewiesen habe — bei Spasmen, die durch cerebrale Ursachen ausgelöst werden, z. B. bei der Encephalitis oder bei der Littleschen Krankheit. Wenn bei diesen Leiden Spasmen im Gastrocnemius bestehen und einen Spitzfuß erzeugt haben, welcher die Tenotomie der Achillessehne notwendig macht, so kann es vor-

kommen, daß sich nach der Tenotomie infolge der fortbestehenden Spasmen im Muskelbauch das zentrale Ende ganz außerordentlich weit zurückzieht.

Die weitere Folge dieser abnormen Verlängerung kann sein, daß die Kontraktion des Muskelbauches später nicht hinreicht, um die schlaffe Sehne in Spannung zu versetzen, so daß in funktioneller Hinsicht ein solcher Fuß sich ebenso verhält, als ob der Gastrocnemius völlig gelähmt wäre. Ja, es kann sich dann, wenn die Dorsalflektoren intakt sind, eine entgegengesetzte Deformität vorbereiten und aus dem Spitzfuß, der die Tenotomie der Achillessehne notwendig gemacht hatte, kann später ein Hackenfuß entstehen.

Ein sehr charakteristisches Beispiel dieser Art habe ich beschrieben in der Münch. med. Wochenschr. (1902, No. 13).

Bei dem 18-jährigen Kaufmann hatte sich infolge einer cerebralen Affektion — wahrscheinlich hatte es sich um eine nicht ganz typische Form der Littleschen Krankheit gehandelt — in den ersten Lebensjahren ein doppelseitiger Spitzfuß entwickelt. Im 5. Lebensjahre wurde an beiden Füßen die subkutane Tenotomie der Achillessehne vorgenommen. Ueber die Nachbehandlung nach der Operation ist nichts zu erfahren gewesen. Kurz, aus den ehemaligen Spitzfüßen entwickelte sich nach der Tenotomie beiderseits der hochgradigste Hackenfuß, wie er in Fig. 188a nach einem Gipsabguß wiedergegeben ist. Zur Erklärung dieser merkwürdigen Umwandlung der Deformität muß man wohl annehmen, daß der spastische Zustand im ganzen Gebiet der Unterschenkelmuskulatur bestand. Zunächst hatte der an Muskelmasse reichere Gastrocnemius das Uebergewicht und den Fuß in Spitzfußstellung gebracht; als aber dieser Muskel durch die Tenotomie der Achillessehne durchschnitten war, hatten die Dorsalflektoren den Fuß in Hackenfußstellung gezogen. Dadurch wurden die durchschnittenen Enden der Achillessehne weit voneinander entfernt. Für eine weitere Dehnung der Sehnennarbe und für die dadurch bedingte hochgradige Verlängerung der Achillessehne werden dann aber wahrscheinlich noch fortbestehende Spasmen im Muskelbauch des Gastrocnemius von wesentlichem Einfluß gewesen sein.

Als ich den Patienten in seinem 18. Lebensjahre zu untersuchen Gelegenheit hatte, fehlte jede Möglichkeit, den Fuß in den Grenzen, in denen eine passive Streckung möglich war, aktiv zu flektieren. Bei elektrischer Reizung des Gastrocnemius fühlte man die Kontraktion des Muskelbauches, aber es erfolgte keine Plantarflexion des Fußes.

In Zusammenhang mit der Anamnese, die von einem früheren Spitzfuß berichtet, ließ dieser klinische Befund es sehr naheliegend erscheinen, daß es sich um eine Insuffizienz des Gastrocnemius infolge einer hochgradigen Verlängerung der Achillessehne, aber nicht um eine Muskellähmung handelte.

Die Operation bewies die Richtigkeit dieser Annahme. Die Sehne war in ihrer ganzen Kontinuität erhalten; die Stelle der ehemaligen Tenotomie war nicht mehr festzustellen, aber die Sehne war ganz auffallend schlaff und lang. Sie wurde an beiden Füßen, nachdem das Redressement der Hackenfüße vorausgegangen war, gefältelt und dadurch in extremste Spannung versetzt. Gipsverband in möglichster Spitzfußstellung.

Die Wundheilung erfolgte zunächst glatt; als aber 8 Tage nach der Operation die Entfernung der Hautnähte wegen Stichkanaleiterung notwendig wurde, machte sich die starke Spannung, unter welcher die Haut-

wunde über der gefältelten Achillessehne vernäht worden war, nachteilig geltend. Die Wundränder wichen weit auseinander, so daß die Achillessehne an beiden Füßen bloß lag. Es kam zu einer Eiterung, in deren Verlauf sich oberflächliche Schichten der Sehne abstießen; an einem Fuß mußte sogar etwa 8 Wochen nach der Operation der durch die Achillessehne geführte Seidenfaden entfernt werden, während er am anderen Fuß trotz der Eiterung einheilte.



Fig. 188a. Pes calcaneus vor der Operation.



Fig. 188c. Plantarflexion nach der Operation.



Fig. 188b. Fußform beim Auftreten nach der Operation.

Das endgültige Resultat wurde aber durch diese Störung der Wundheilung nicht beeinträchtigt. Es blieb nicht nur das Resultat des Redressements vollständig erhalten, wie Fig. 188b zeigt, welche die Fußform und Fußstellung des Patienten beim Stehen zeigt, sondern es wurde auch die Funktion der Achillessehne auf beiden Seiten wieder hergestellt. Patient lernte mit beiden Füßen in demselben Umfang, in dem eine passive Plantarflexion möglich war, auch den Fuß aktiv mit guter Kraft plantarwärts zu flektieren, wie Fig. 188c zeigt. Leider starb Patient $1^1/_2$ Jahre nach der Operation an Tuberkulose.

Aehnlich geartet ist ein Fall von Wittek:

Bei einem Knaben, der an Littlescher Krankheit litt und infolgedessen Spitzfüße bekommen hatte, wurde im 8. Lebensjahr die Tenotomie der Achillessehne ausgeführt. Am linken Fuß bildete sich darauf ein Hackenfuß aus.

Solche Erfahrungen lassen die subkutane Tenotomie der Achillessehne nicht als unbedingt harmlosen Eingriff erscheinen, und es ist deshalb als ein besonderes Verdienst Bayers zu verzeichnen, daß er uns eine Methode der Tenotomie gelehrt hat, welche die besprochenen Gefahren der Stromeyerschen Methode ganz wesentlich einschränkt und dem Operateur einen Einfluß auf die zukünftige Länge des tenotomierten Muskels gestattet.

Bayer durchschneidet die Achillessehne nicht vollständig quer, sondern Z-förmig. Ursprünglich hat er die Operation in offener Wunde ausgeführt. Im Jahre 1901 hat er aber ein Verfahren angegeben, welches gestattet, die Z-Durchtrennung subkutan auszuführen.

Er war zu der Ueberzeugung gekommen, „daß es vollkommen ausreichen müsse, von der gedachten Mittellinie der Sehne die eine Hälfte oben am Muskel nach der einen Seite, die andere unten am Calcaneus nach der anderen Seite einfach subkutan zu tenotomieren und die Lösung der Sehnenhälften von einander, die ja dank der Parallelfaserung durch Zug am Calcaneus spontan eintreten müsse, dem Redressement zu überlassen. Die Durchschneidung der Sehnenhälften wurde in der Weise ausgeführt, daß ein schmales Tenotom subkutan bis zur Mitte der Sehne vorgeschoben und die Sehnenhälfte von hinten nach vorn durchtrennt wurde.

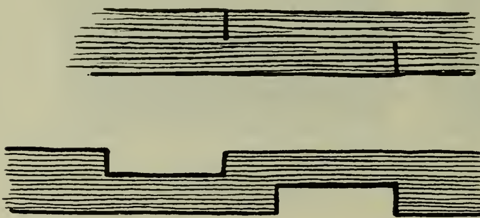


Fig. 189. Tenotomie nach Bayer.

Es schien mir dies wegen der genauen Bemessung der Mitte praktischer zu sein als wie die übliche Weise, die Sehne aufs Messer zu nehmen und von vorn nach hinten zu tenotomieren.“

Ich habe in den letzten Jahren die Tenotomie der Achillessehne in der Regel nach der Bayerschen subkutanen Methode ausgeführt und habe 2mal Gelegenheit gehabt, die nach diesem Verfahren tenotomierten Sehnen unmittelbar nach der Operation freizulegen. Dabei konnte ich mich überzeugen, daß die durchschnittenen Sehnenenden genau so lagen, wie es Fig. 189 zeigt.

Auch in funktioneller Hinsicht entsprechen die Erfolge, die ich mit der Bayerschen Methode der Tenotomie erzielt habe, vollständig meinen Erwartungen, und ich empfehle deshalb, bei der Tenotomie der Achillessehne grundsätzlich die Bayersche Z-förmige subkutane Tenotomie an Stelle der ursprünglichen Stromeyerschen Operation auszuführen.

In technischer Beziehung sei folgendes bemerkt: Die Hauptschwierigkeit der Operation liegt darin, daß man nur die Hälfte der Sehne durchschneiden darf. Durchtrennt man zu viel, so reißt leicht die Sehne an der dünnen stehengebliebenen Brücke ein, und

es wird nicht die Verschiebung erreicht, die das eigentliche Ziel der Operation bildet. Man bleibt aber manchmal — namentlich bei den dünnen Sehnen der Kinder — im Unklaren, wieviel man von der Sehne schon durchschnitten hat.

Ich habe deshalb in der letzten Zeit die Operation etwas anders ausgeführt. Ich lege den Patienten in Bauchlage, lasse den Fuß — wir nehmen an, daß es sich um einen rechtsseitigen Spitzfuß handelt — vom Assistenten möglichst stark dorsalflektieren und fixiere die in Spannung versetzte Sehne zwischen dem Daumen und Zeigefinger der linken Hand, wie es Fig. 190 zeigt. Dann steche ich das Messer genau in der Mitte der Sehne ein (Punkt *a*), führe es je nach der geschätzten Dicke der Sehne 3—10 mm tief, so daß die Sehne völlig durchstochen ist, und durchtrenne in der Richtung des Pfeiles (Fig. 190) die mediale Hälfte der Sehne. Genau ebenso verfahre ich am unteren Ende zur Durchtrennung der lateralen Hälfte.

Der Ausführung der Bayerschen Methode sind bestimmte Grenzen gesetzt. Die Nähe von großen Gefäßen und Nerven kann den Operateur zwingen, sich auf einen Einschnitt zu beschränken. Das ist

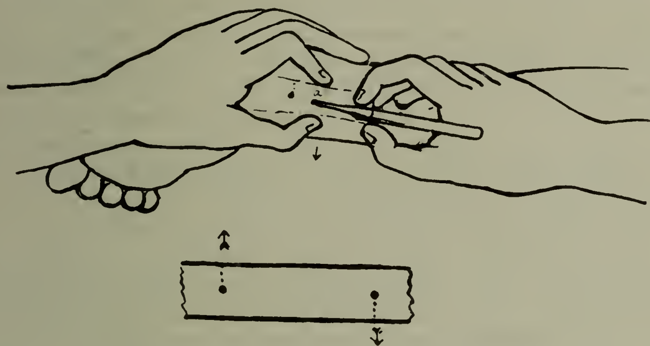


Fig. 190. Bayersche subkutane Tenotomie.

der Fall bei der Verkürzung des Sternocleidomastoideus oder der Adduktoren, und man durchtrennt deshalb diese Muskeln einfach quer nach der Stromeyerschen Methode. Glücklicherweise besteht bei diesen Muskeln in der Regel nicht die Gefahr, daß sie infolge der Operation zu lang werden. Aber bei der Tenotomie an den Sehnen des Fußes, der auch heute noch das hauptsächlichste Objekt für diese Operation bildet, ist in der Regel die Bayersche Operation angezeigt.

Endlich muß noch besprochen werden, bei welchen Deformitäten die Tenotomie geübt wird.

Wie zu Stromeyers und Dieffenbachs Zeiten bildet auch heute noch das dankbarste Objekt für die Tenotomie die verkürzte Achillessehne der Spitz- und Klumpfüße. Die Anwendung der Tenotomie hat in neuerer Zeit zwar eine Einschränkung erfahren; denn es lassen sich durch das Schraubenredressement manche Sehnen unblutig dehnen, bei denen früher die Tenotomie notwendig war. Aber die Zahl der Spitz- und Klumpfüße, an denen auch heute noch die subkutane Tenotomie vorgenommen wird, überschreitet wahrscheinlich immer noch alljährlich die Zahl Tausend.

Viel seltener machen andere Deformitäten der Füße die Tenotomie notwendig.

Hoffa hat bei schweren Plattfüßen die Tenotomie der Achillessehne empfohlen, um sich das Redressement zu erleichtern. Ich bin bisher bei diesen Füßen mit der Tenotomie des Extensor digitorum oder des Peroneus ausgekommen. Häufig war bei diesen Deformitäten die Tenotomie überhaupt nicht notwendig, da in der Regel die Kraft des Schraubenzuges zur Dehnung der verkürzten Sehnen ausreichte.

Bei schweren Klumpfüßen wird hie und da die subkutane Durchtrennung der Plantarfascien erforderlich. Aber auch dazu bin ich unter vielen Hunderten von Klumpfußoperationen in den letzten 8 Jahren nur 2mal gezwungen gewesen.

Bei einem schweren Hackenfuß habe ich einmal den Tibial. ant. und Extens. digit. subkutan durchtrennen müssen; auch diese Tenotomieen gehören zu den seltenen Operationen.

Bei den Beugekontrakturen des Knies wird heute noch von einer Anzahl Autoren die subkutane Tenotomie der Beugemuskeln ausgeführt. Ich habe oben bereits meine Bedenken gegen die subkutane Durchtrennung des Biceps geäußert, weil mir die Gefahr der Nebenverletzung des Peroneus gegeben erscheint.

Bei den Hüftkontrakturen wird die subkutane Tenotomie oder Myotomie in neuerer Zeit wieder häufiger ausgeführt. Die Beseitigung von Beugekontrakturen wird wesentlich erleichtert durch Tenotomie des Tensor fasciae. Die Operation ist leicht. Man sticht das Tenotom an der Innenseite des fühlbaren Stranges — 1 cm breit unter der Spina ant. sup. — ein und durchtrennt die Sehne von innen nach außen. Hält man sich dicht an den Knochen, so ist die Blutung in der Regel sehr gering.

Vorsicht erfordert die Tenotomie der Adduktoren. Um die Hautwunde möglichst fern von den Genitalien zu haben, verzieht man die Haut in der Adduktorenfalte so stark als möglich von außen nach innen. Dann stellt man mit dem Finger die Kreuzungsstelle der Art. femoralis mit dem Leistenbande fest; mindestens 2 Querfinger von diesem Punkte muß die Einstichstelle des Tenotoms entfernt sein, damit die Verletzung der Vene sicher vermieden wird. Das Tenotom wird senkrecht 2—3 cm tief eingeführt; man hält sich dicht am Knochen und durchtrennt die medial vom Tenotom gelegenen Adduktorenstränge. Auch bei dieser Tenotomie ist die Blutung, wenn man sich dicht am Knochen hält, sehr gering.

Die subkutanen Tenotomieen von Rückenmuskeln, die seiner Zeit von Guérin warm empfohlen worden sind, haben heute keine Fürsprecher mehr.

An der Hand und den Fingern muß man mit der subkutanen Tenotomie aus den oben angeführten Gründen zurückhaltend sein. Nur bei der Dupuytrenschen Palmarfascienkontraktur wird die subkutane Tenotomie von Adams empfohlen. Ich selbst bin bei diesen Leiden ebenfalls mit der subkutanen Tenotomie ausgekommen, beschränke mich aber nie auf die subkutane Tenotomie allein, sondern redressiere die in Beugekontraktur erstarrten Fingergelenke in Narkose sehr ergiebig und führe eine sehr sorgfältige orthopädische Nachbehandlung mit Handschiene durch. Wenn Verkürzungen anderer Sehnen an Hand und Finger einen blutigen Eingriff notwendig machen, so führe ich denselben in offener Wunde aus, durchtrenne die betreffenden Sehnen Z-förmig und redressiere die Kontraktur soweit

als notwendig ist. Dabei entfernen sich die durchschnittenen Sehnenenden voneinander; in der neuen Stellung werden sie vernäht.

B. Die Sehnennaht.

Die Geschichte der Sehnennaht geht bis auf Galen zurück. Galen selbst hält nichts von der Operation; er warnt im dritten Buch seiner Schrift: „de compositione medicamentorum“ vor der Anwendung der Sehnennaht: „Haud ignarus carnosam ipsam musculorum partem periculo vacare, tendines vero non item.“

Trotzdem scheint die Operation schon zu seiner Zeit von anderen Aerzten geübt worden zu sein, und auch in den folgenden Jahrhunderten finden sich einzelne Fürsprecher der Sehnennaht, wie Avicenna 1000 n. Chr., Wilhelm von Saliceto, Lanfrancus und Guy von Chauliac 1490 (zitiert nach Lapernick 1891).

Sehr warm empfiehlt der Baseler Chirurg Felix Wuertz (1518 bis 1575) die blutige Vereinigung, während sein Zeitgenosse Ambroise Paré (1517—1599) dringend vor dieser Operation warnt, trotzdem er selbst den guten Erfolg einer Sehnennaht (1572) erlebt hat.

Seit dieser Zeit bleibt das Interesse der Aerzte an dieser Operation wach. Sogar experimentell scheint die Frage damals bereits geprüft worden zu sein. Wenigstens soll sich Marcus Aurelius Severinus (1602) auf Versuche berufen haben, die von Fabius Parius und Gabriel Ferrarius angestellt worden sind.

Im 17. Jahrhundert erstand in Jacques Guillemeau, dem Chirurgen Karls IX. und Heinrichs IV., wiederum ein Gegner der Operation, während am Ende des 17. Jahrhunderts von Meekren sich warm der Methode annahm.

Die ausführlichste Beschreibung der Sehnennaht gab Heister 1718: „Hernach durchsticht man das oberste Ende des Flechsens zwey Messerrücken breit von der Extremität, oben ein und unten wiederum heraus; nach diesem auch mit eben der Nadel das andere Teil des Flechsens von unten nach oben, gleichfalls wieder zwey Messerrücken breit von der Extremität, und ziehet alsdann die Enden des zerschnittenen Flechsens wohl zusammen, damit sie akkurat aneinander stoßen mögen, schneidet hierauf die Nadel ab und macht mit den beiden Enden des Fadens einen Knoten, unter welchen man aber, ehe selbiger völlig zugezogen wird, ein klein Stückchen rund zusammengedrehte gewächste Leinwand oder Taffet leget, und darüber einen festen Knopf mit einer Schleife machet, gleichwie bei der Knopfnaht gesagt worden; endlich verbindet man die Wunde, nachdem selbige vorher vom Geblüte wohl gereinigt ist. Wenn die Wunde schon etliche Tage alt wäre, und also die Ende schon hartlich und gleichsam callös, so ist zu befürchten, es möchten selbige so nicht zusammenwachsen; derohalben, ehe man sie zusammenbindet, soll man an jeder Extremität ein klein bislein mit einer Scheer wegknüppen und hernach zusammennähen.“

Sehr energisch wendet sich Heister gegen die Zweifler:

„Es wollen zwar Marchette und Genga, italiänische und sonst erfahrene Medici und Chirurgi diese Naht und Zusammenwachsung der Flechsen für Fabeln halten; dennoch ist solches durch viele glückliche Proben genugsam wahr zu seyn befunden und außer Zweifel gesetzt worden.“

Trotz der warmen Empfehlung Heisters fand die Operation nicht allgemeine Anwendung. Zum Teil mögen sich die unbefriedigenden Erfolge daraus erklären, daß Nerv und Sehne in den damaligen Zeiten öfters verwechselt wurden. Aber die Hauptursache der Mißerfolge lag zweifellos in den Störungen des Wundverlaufes, welche in der vorantiseptischen Zeit die Regel bildeten.

Wohl hatten einzelne Chirurgen das Glück, über günstig verlaufene primäre und selbst sekundäre Sehnennähte berichten zu können, wie M. A. Petit (1806), Duteste (1816), Barthélémy (1830), Mondière (1837), Serres (1837), Roux und Sédillot (1853), Chassaignac (1856) (nach Kielhorn zitiert).

Aber das waren Ausnahmefälle und zweifellos war vor 1870 die skeptische Stellung vieler Chirurgen der Sehnennaht gegenüber durchaus zu verstehen und zu rechtfertigen.

Eine Wandlung der Ansichten konnte erst eintreten, als Asepsis und Antisepsis den Arzt in die Lage versetzten, mit ziemlicher Sicherheit die sekundären Wundkrankheiten zu vermeiden. Erst dadurch erlangte der Chirurg das Recht, in jedem Falle die Sehnennaht zu versuchen.

Die Berechtigung der Operation ist darum auch in der antiseptischen Zeit nicht mehr in Frage gezogen worden, nur gehen die Ansichten der Chirurgen noch darüber auseinander, welche Operationsmethode die besten Resultate lieferte.

1. Das Aufsuchen der zentralen Sehnenenden.

Die Indikation zur Sehnennaht geben entweder subkutane Zerreißungen der Sehne oder häufiger offene Durchschneidungen derselben durch irgend einen Stich, Hieb, Fall in Glasscherben oder dergleichen. Bei jeder völligen Durchtrennung der Sehne zieht sich das zentrale Ende der Sehne infolge der Kontraktion des Muskelbauches etwas zurück und ist in der Regel nicht sofort in der Wunde sichtbar. Je verschieblicher die Sehne ist und je weniger sie mit ihrer Umgebung verwachsen ist, desto größer ist die Retraktion des zentralen Sehnenrandes. Wolter hat sich bemüht, die Verschieblichkeit der am häufigsten von Verletzungen betroffenen Sehnen festzustellen, und er fand, daß der Extensor pollicis longus sich bei einer Durchschneidung über dem Metacarpalknochen nur um 1 cm zurückzieht.

Wird dieselbe Sehne aber über dem Handgelenk durchschnitten, wo die Verwachsungen der Sehne mit der Umgebung viel weniger innige sind, so kann die Retraktion 6 cm (Duplay) und selbst 6,5 cm (Czerny) betragen.

Der Flexor sublimis zieht sich, wenn er in der Hohlhand durchschnitten wird, um 3 cm, der Profundus um 2 cm zurück.

Schon diese wenigen Zahlen zeigen, daß das Auffinden des zurückgewichenen zentralen Sehnenendes in der Wunde nicht immer leicht sein kann. Und das hat sich auch tatsächlich bei den vielen Hunderten von Sehnennähten, die in den letzten drei Jahrzehnten ausgeführt worden sind, immer wieder bestätigt, und es fehlte nicht an Vorschlägen, um das Auffinden des zentralen Sehnenrandes zu erleichtern. Um die durchschnittenen Sehnenenden möglichst zu nähern, gibt man dem Gliede die Stellung, welche der verletzte Muskel bewirkt. Bei

einer Durchschneidung der Dorsalflektoren der Hand bringt man die Hand in Dorsalflexion.

Bei geringer Retraktion der Sehne genügt dann — wie schon Volkmann empfohlen hat — das peripherwärts gerichtete Streichen am verletzten Muskel entlang, um das zentrale Sehnenende in der Wunde zu Gesicht zu bringen. Schlüpft es trotzdem wieder zurück, so kann man — nach dem Vorschlag von Bose — durch peripherwärts fortschreitende Einwickelungen des Gliedes mit einer Gummibinde das Sehnenende in der Wunde erhalten.

Genügen diese einfachen Maßnahmen nicht, um das zentrale Ende der Sehne zu Gesicht zu bringen, so muß die Wunde zentralwärts erweitert werden. Der Erweiterungsschnitt wird am besten nach dem Vorschlag Witzels neben und parallel der Sehne — nicht auf der Sehne — ausgeführt, um Verwachsungen der Sehne mit der Hautnarbe zu verhüten.

Wird trotzdem die Sehne nicht gefunden, so ist das Madelungsche Verfahren angezeigt, welches darin besteht, daß man die Sehne zentralwärts von der verletzten Stelle aufsucht, das retrahierte Ende durch einen Faden anschlingt und die Schlinge mittels einer Sonde nach der Wunde hindurchzieht.

Auf diese Weise gelingt es bei frischen Verletzungen unter allen Umständen, das zentrale Ende der Sehne in die Wunde zurückzubringen und die direkte Vernähung der Sehnenenden auszuführen.

2. Nadeln und Nahtmaterial.

Als Nadeln werden zur Sehnennaht von den meisten Chirurgen gewöhnliche, halbkreisförmige Nadeln mit schneidender Spitze benutzt. Sie lassen sich am leichtesten durch die Sehne hindurchführen, haben aber den großen Nachteil, daß sie die Sehnen schlitzen; die Löcher in der Sehne werden dabei stets größer, als es zur Durchführung des Fadens notwendig wäre, und infolgedessen schneidet der Faden beim Anziehen und Knüpfen der Naht die Sehne leicht völlig durch.

Um dies zu vermeiden, benutze ich zur Vernähung von dünneren Sehnen, die leicht der Nekrose verfallen können, und an denen deshalb die Naht besonders sorgfältig angelegt werden muß, halbkreisförmige Nadeln, die aber im Querschnitt drehrund wie gewöhnliche Nähnadeln sind. Diese Nadeln sind schwerer durchzuführen als die Nadeln mit schneidender Spitze; sie schädigen aber die Sehne viel weniger, und der Faden gewinnt deshalb an der Sehne einen wesentlich festeren Halt als mit den anderen Nadeln.

Als Nahtmaterial kommen — wenn wir von den vereinzelten Empfehlungen von Silberdraht (Notta) und Silkwormgut (Hägler) absehen — zur Zeit nur Catgut oder Seide in Frage.

Bis vor wenigen Jahren erfreute sich das Catgut der größten Beliebtheit; in den letzten Jahren aber hat sich bei fast allen Autoren, die größere Erfahrung über Sehnenverpflanzungen besitzen, die Seide als Nahtmaterial weit besser als das Catgut bewährt. Und auch für die Sehnennaht scheint jetzt schon eine große Anzahl von Chirurgen der Seide den Vorzug vor dem Catgut zu geben. Und mit Recht!

Daß man mit einem Catgut, das sicher keimfrei ist und nicht zu früh resorbiert wird, gute Resultate bei Sehnennähten erzielen kann,

ist zweifellos. Daß aber die Keimfreiheit des Catgut immer noch nicht allen Ansprüchen genügt, zeigt am besten die große Zahl von Methoden, welche zur Desinfektion des Catgut empfohlen werden. Unter allen Umständen ist Seide, die nur 10 Minuten in 1-promill. Sublimatlösung gekocht zu werden braucht, leichter und schneller und sicherer keimfrei zu machen als Catgut. Besonders für den praktischen Arzt, der verhältnismäßig häufig in die Lage kommt, Sehnennähte ausführen zu müssen, eignet sich schon wegen der leichten Desinfizierbarkeit die Seide besser als Catgut.

Der einzige Grund, der gegen die Verwendung der Seide auch heute noch geltend gemacht wird, ist die Gefahr des Fadenabscesses. Ich glaube aber, daß bei der von mir empfohlenen temporären Drainage diese Gefahr außerordentlich gering ist.

Unter allen Umständen ist es wünschenswert, daß die Methode der Antisepsis und der Wundversorgung, die sich bei der Bildung von seidenen Sehnen so ausgezeichnet bewährt hat, und über die später ausführlicher berichtet wird, auch bei Ausführung der Sehnennaht auf ihre Brauchbarkeit geprüft wird.

3. Die Naht.

Die Zahl der Nahtmethoden, welche zur Vereinigung einer durchschnittenen Sehne angegeben sind, ist groß. Fast jeder Autor, der über die Sehnennaht gearbeitet hat, empfiehlt eine neue Technik oder mindestens die Modifikation einer alten Methode, und es dürfte von keinem besonderen Wert sein, alle Nahtmethoden hier aufzuführen. In Deutschland werden am meisten geübt die Methoden von Witzel und Hägler (Fig. 191), Wölffler (Fig. 192), Eiselsberg (Fig. 193) und Truka (Fig. 194). Die Zeichnungen machen die Ausführung der Naht klarer als Worte, und ich glaube deshalb von einer eingehenden Beschreibung absehen zu dürfen.

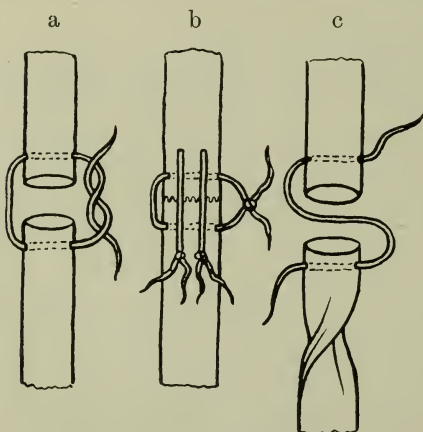


Fig. 191a, b, c. (Hägler.)

Die Resultate, die mit diesen Methoden an den verschiedenen Kliniken erzielt worden sind, zeigen große Unterschiede.

Gemeinsam ist allen statistischen Angaben, daß die Verletzung der Beugesehnen an der Hand eine viel schlechtere funktionelle Prognose ergeben als die der Strecksehnen.

Hägler, der über 100 Fälle von Sehnennähten an Hand und Vorderarm berichtet, erzielte unter 35 Fällen von Beugeverletzungen 16mal (= 46 Proz.) eine gute Funktion. In 11 Fällen (= 32 Proz.) war das Resultat ein unvollständiges, da die Funktion zu $^3/_4$ oder zur Hälfte wiederhergestellt wurde. Bei 8 Patienten (= 22 Proz.) blieb die Funktion dauernd mehr oder weniger vollständig aufgehoben.

Wesentlich günstiger sind HÄGLERS Resultate bei Verletzungen der Extensorensehnen. Unter seinen 65 Fällen, über die er berichtet, erzielte er 50mal (= 77 Proz.) ein funktionell vollkommenes Resultat. Bei 19 Proz. wurde die Hälfte oder $^3/_4$ der Funktion erzielt, bei 4 Proz. blieb jeder Erfolg aus.

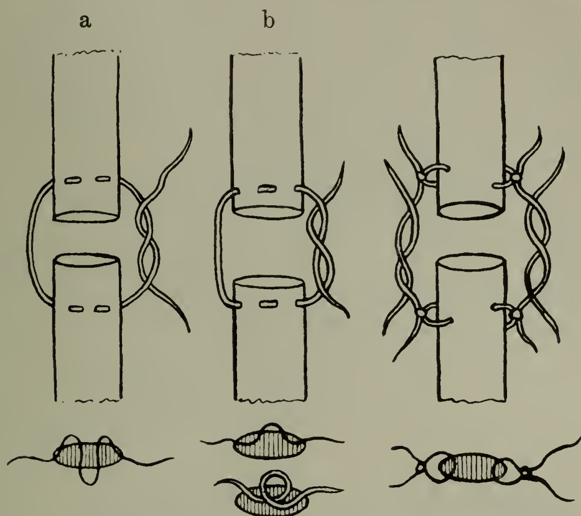


Fig. 192a, b. (WÖLFFLER.) Fig. 193. (EISELSBERG.)

HÄGLER hat im Vergleich zu anderen Autoren gute Resultate und seine Angaben sind um so wertvoller, als er die meisten der Patienten, über die er berichtet, selbst behandelt und selbst nachuntersucht hat.

Wenn aber selbst ein so vorzüglicher Chirurg wie HÄGLER unter seinen 35 Beugeverletzungen nur 16mal (also 46 Proz.) eine vollständige Wiederherstellung der Funktion erzielt, so ist das ein Zeichen, daß die jetzt geübte Methode der Sehnennaht noch nicht zweckentsprechend ist, und daß die Verbesserung der Resultate unserer Sehnennaht dringend wünschenswert ist.

Der Mißerfolg einer Sehnennaht kann entweder auf einer Insufficienz der Naht oder auf Verwachsungen der gut verheilten Sehne mit der Umgebung beruhen.

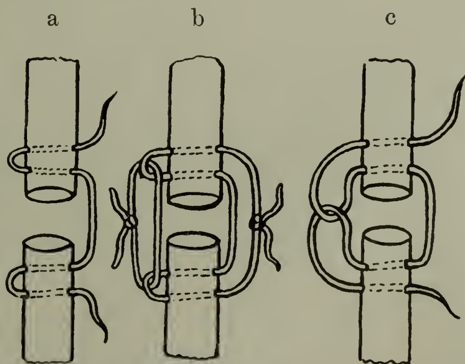


Fig. 194a, b, c. (TRUKA.)

Die Insufficienz der Naht kann sehr verschiedene Ursachen haben. Es kann das Nahtmaterial die Schuld tragen; ein Catgut, das zu rasch resorbiert wird oder zu früh seine Festigkeit verliert, ist selbstverständlich ganz ungeeignet zur Sehnennaht. Auch eine seidene Naht kann reißen, wenn die Seide nicht die genügende Zugfestigkeit hat. Wenn man Seide benutzt, wie ich durchaus empfehle, soll man deshalb immer die beste, gedrehte Turnerseide in den Stärken No. 3—12 verwenden.

Aber auch wenn das Nahtmaterial einwandsfrei ist, kann die Naht versagen, falls der Faden nicht genügend Halt an der Sehne hat. Ein oder zwei einfache Knopfnähte genügen nicht.

Sie schneiden, namentlich wenn man Nadeln mit schneidender Spitze benutzt und damit unnötig große Löcher in die Sehne gemacht hat, leicht die Sehne durch.

Deshalb führen, wie aus den Abbildungen hervorgeht, die meisten Chirurgen den Faden in komplizierter Weise durch die Sehne durch und bemühen sich dadurch, einen festeren Halt an der Sehne zu gewinnen. Doch haftet diesen innigen Vernähungen — teilweise Umschlingungen — die Gefahr an, daß sie Teile der Sehne zur Nekrose bringen. Besonders gefährlich in der Beziehung ist die SCHWARTZsche Naht, die in Fig. 195 abgebildet ist.

Die oben abgebildeten Nahtmethoden, die, von geübten Chirurgen ausgeführt, gute Resultate liefern, können, von weniger geschulten Händen geknüpft, die Sehne so schwer schädigen, daß Nekrose der Enden eintritt. Ein Teil der Mißerfolge von Sehnennähten ist sicher auf Nekrose der Sehnenenden zurückzuführen. Eine zweckentsprechende Sehnennaht soll deshalb immer auf diese Gefahr Rücksicht nehmen. Weiter ist wünschenswert möglichste Einfachheit der Nahtmethode, damit dieselbe in möglichst vielen Händen Gutes leistet.

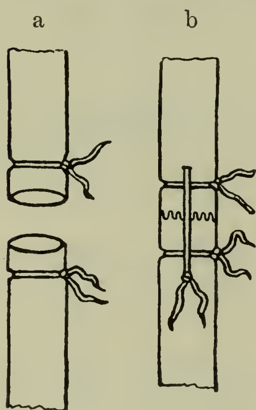


Fig. 195a, b. (SCHWARTZ.)

Mag nun der Faden zu früh nachgegeben haben oder mag er seinen Halt an der Sehne verloren haben, unter allen Umständen weichen die durchschnittenen Sehnenenden wieder auseinander, wenn dies Ereignis in den ersten Wochen nach der Verletzung eintritt, ehe eine solide Verwachsung zwischen den Sehnenstümpfen zu stande gekommen ist. Dann kann sich — genau wie nach einer Tenotomie — eine Verbindung zwischen den Sehnen durch einen Bindegewebestrang herstellen, an dessen Stelle später echtes Sehnengewebe tritt. Dieses Zwischenstück kann vollständig den Sehnendefekt ausfüllen und kann die Funktion der Sehne wieder ermöglichen; aber die Sehne wird um dieses Zwischenstück zu lang. Die normale Muskelspannung fehlt, und die Funktion des Muskels ist deshalb ungenügend oder kann ganz ausfallen.

Solche Fälle sind bereits beschrieben und auch von mir selbst wiederholt gelegentlich von Nachoperationen, die ich bei mißglückten primären Sehnennähten machte, beobachtet worden.

Ebenso häufig wie ungeeignete Vernähung der Sehne mögen Verwachsungen mit der Umgebung die Schuld an dem Mißerfolg einer Sehnennaht tragen. Eine Methode, die jede Verwachsung zwischen der verletzten Sehne und der Sehnenscheide oder der Hautnarbe verhütet, besitzen wir zur Zeit überhaupt nicht. Verwachsungen gibt es stets. Die Folge der Verwachsung ist aber eine sehr verschiedene, je nach der Lokalisation der Sehnenverletzung.

Wenn z. B. eine Sehne vom Extensor digitorum auf dem Handrücken durchschnitten ist und die Sehne mit der Hautnarbe verwächst, so ist das verhältnismäßig gleichgültig, weil die Haut am Handrücken so verschieblich ist, daß sie den Bewegungen der Extensorsehne folgen kann und dieselbe nur unwesentlich beeinträchtigt.

Ganz anders liegen die Verhältnisse bei den Beugesehnen der Finger! Wenn der Flexor sublimis oder profundus in der Hohlhand durchschnitten ist und die Sehne vom 5. Finger verwächst mit der Sehnenscheide, die fast unverschieblich am Knochen angeheftet ist oder mit der Haut, die nur um $^1/_2$—1 cm verschieblich ist, so ist die Funktion der Sehne fast aufgehoben. Trotz idealer Verheilung der Sehnenstümpfe kann ein solches Resultat minderwertiger sein, als wenn bei einer schlecht ausgeführten Naht einer Strecksehne die Stümpfe auseinandergewichen sind und nur durch ein Bindegewebezwischenstück — ähnlich wie nach einer Tenotomie — verbunden sind.

Der Chirurg befindet sich da in einer schwierigen Lage. Um die Verwachsungen zu verhüten, soll er möglichst frühzeitig mit Bewegungen beginnen, und andererseits, um eine feste Verklebung der Sehnenstümpfe zu erzielen, soll er bei der jetzigen Nahtmethode das verletzte Glied möglichst lange ruhigstellen.

Diesem Dilemma entgeht man nur, wenn es gelingt, die Sicherheit der Naht unabhängig von der Festigkeit der Sehnennarbe zu machen. Genügt die Naht allein, um ein Auseinanderweichen der Sehnenstümpfe auch bei funktioneller Anspannung der Sehne unmöglich zu machen, so kann mit der Bewegung unbedenklich begonnen werden, sobald die Hautwunde vernarbt ist.

Eine solche Sehnennaht zu schaffen muß unser Ziel sein.

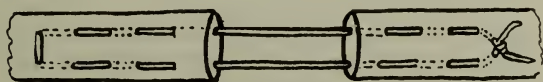


Fig. 196. (Lange.)

Ich glaube, daß wir zur Zeit die meiste Aussicht haben, uns diesem Ziel zu nähern, wenn wir die Erfahrungen, die wir in den letzten 8 Jahren bei den Sehnenverpflanzungen gemacht haben, auf die Sehnennaht anwenden.

Bei der festen Vernähung der Sehnenenden, wie wir sie anstreben müssen, ist die hauptsächlichste Gefahr, daß Teile der Sehne nekrotisch werden. Am meisten gefährdet ist die der Schnittfläche unmittelbar benachbarte Partie der beiden Sehnenstümpfe. Diese darf möglichst wenig durch die Naht verletzt werden und statt dessen hat die Naht an den Teilen der Sehne, welche weiter entfernt von der Schnittfläche sind, anzugreifen.

Endlich darf die Ausführung der Naht keine technischen Schwierigkeiten bereiten. Denn wie ich schon erwähnte, ist gerade der praktische Arzt öfters in der Lage, die Sehnennaht ausführen zu müssen.

Allen diesen Anforderungen scheint zur Zeit am meisten die Durchflechtung der Sehne zu entsprechen, welche ich schon seit 5 Jahren bei der Sehnenverpflanzung anwende, und die ich wiederholt auch zur Ausführung der Sehnennaht empfohlen habe. Die Technik der Naht ergibt sich aus der Abbildung (Fig. 196).

C. Die Sehnenverpflanzung.

Wenn auch schon 1869 von Tillaux und 1876 von Duplay typische Sehnenverpflanzungen aus Anlaß von Sehnenverletzungen ausgeführt worden sind, so gilt doch mit Recht allgemein Nicoladoni als der Vater der ganzen Operation. Denn er war der Erste, der für Lähmungen, welche

heute das dankbarste Objekt für die Sehnenverpflanzung bilden, die Methode empfohlen und selbst angewandt hatte. Seine erste Operation führte er im Jahre 1880 an einem paralytischen Hackenfuß aus. Er ersetzte den gelähmten Triceps, durch beide Peronei. Der Erfolg soll anfänglich gut gewesen sein; doch soll er später wieder verloren gegangen sein.

Diese Erfahrung scheint NICOLADONI von der weiteren Ausübung und Ausbildung der Methode abgeschreckt zu haben. Ebensowenig fand die Operation bei anderen Chirurgen zunächst häufige Nachahmung. Aus den 80er Jahren liegen wenigstens nur Berichte von MAYDL, PARTSCH und ROERSCH über Sehnenverpflanzungen vor.

Erst in den 90er Jahren wurde die Operation von einzelnen Chirurgen häufiger angewandt. Ueber einzelne Fälle berichten von 1892—1896 PARRISCH, KRYNSKI, LIPBURGER, GHILLINI, FORGUE und FRANKE. Zu gleicher Zeit (1896) erfolgen die ersten Mitteilungen über eine größere Anzahl von Operationen durch MILLIKEN und DROBNIK.

MILLIKEN berichtet über 14 Operationen; darunter befanden sich bereits 2 Operationen am Oberschenkel, die den Ersatz des gelähmten Quadriceps durch den Sartorius anstrebten.

DROBNIK hatte, als er 1896 eine ausführliche Arbeit in der Deutschen Zeitschrift für Chirurgie veröffentlichte, die Operation sogar schon 16mal ausgeführt.

Beide Autoren wußten, als sie ihre ersten Arbeiten veröffentlichten, nichts von der Mitteilung NICOLADONIS. Sie haben den Gedanken der Sehnenverpflanzung selbständig aufgenommen und sind durch ihre Erfahrungen warme Fürsprecher der Operation geworden.

Besonders hoch ist das Verdienst von DROBNIK anzuschlagen, welcher als einfacher praktischer Arzt in Posen ganz auf sich selbst angewiesen war und sich durch die äußeren Schwierigkeiten, welche die allgemeine Praxis dem wissenschaftlichen Arbeiten entgegenstellt, nicht abhalten ließ, an der Vervollkommnung der jungen Operation eifrig mitzuarbeiten. Er unterscheidet bereits klar die völlige Ueberpflanzung einer ganzen Sehne von der partiellen Sehnenplastik, bei der nur der Teil einer Sehne übertragen wird, und er hat auch als Erster bei einer Lähmung die Vernähung der Sehne am Periost, wenn auch ohne den gewünschten Erfolg, ausgeführt.

Durch die Arbeiten von FRANKE und WINKELMANN wurde dann VULPIUS angeregt, die Operation aufzunehmen, während mich vor allem die Mitteilung von DROBNIK zu gleichem Vorgehen veranlaßte.

VULPIUS blieb im allgemeinen der ursprünglichen NICOLADONIschen Methode treu; er erwarb sich aber ein Verdienst dadurch, daß er unermüdlich immer wieder die Operation empfahl und dadurch entschieden zur weiteren Verbreitung der Methode beitrug. Auch seine im Jahre 1902 erschienene Monographie, welche eine sorgfältige Zusammenstellung und Verarbeitung des ganzen bisherigen Materials enthält, wirkte in dieser Richtung nützlich.

Mich veranlaßten meine Erfahrungen, die ursprünglich NICOLADONIsche Methode zum Teil zu verlassen und statt dessen für viele, namentlich schwere Fälle, die Vernähung der Sehne am Periost zu empfehlen.

Um volle Freiheit bei Aufstellung des Operationsplanes zu haben, begann ich im Jahre 1899 künstliche Sehnen aus Seide bei den Sehnenverpflanzungen zu verwenden. Die Anregung zu diesem Vorgehen verdankte ich den Arbeiten von GLUCK, welcher seit dem Jahre 1880

durch zahlreiche Versuche an Tieren und Menschen bewiesen hatte, daß Sehnendefekte durch Catgut-Seidenzöpfe ersetzt werden können.

Auf die Methode der periostalen Vernähung und der künstlichen Sehnen näher einzugehen, wird bei Besprechung der Operationspläne noch Anlaß gegeben sein.

Heute treten diese Methoden in Wettbewerb mit der ursprünglichen Nicoladonischen Methode und sie schließen sich trotz ihrer Verschiedenheit gegenseitig nicht aus — wie Hoffa auf dem II. Kongreß der Gesellschaft für orthopädische Chirurgie gelegentlich der Diskussion zu den Referaten von Vulpius und mir sehr richtig bemerkte — sondern sie ergänzen sich.

Als Endergebnis der zahlreichen Arbeiten, die im letzten Jahrzehnt über Sehnenverpflanzungen erschienen sind, darf angesehen werden, daß die Operation dauernd Bürgerrecht in der Chirurgie gefunden hat.

Es wird heute in der ganzen Welt nur wenig Chirurgen geben, welche die Operation noch nicht ausüben. In Deutschland haben außer den bereits genannten Autoren besonders Hoffa, Wolff, Joachimsthal, Heusner, Gocht, Schanz, Reichard, Müller, Kunik, Krause u. a. über ihre Erfahrungen berichtet. Aber auch im Ausland fand die Methode warme Fürsprecher, in Italien durch Codivilla, in Amerika durch Townsend, Goldthwait, Phelps, Gibney, Phocas, in Frankreich durch Monod, Kirmisson, Péraire, Mally, Piéchaud, Rochet, in England durch Little und Eve, in Holland durch Tilanus.

Eine weitere bedeutende Förderung erfuhr die junge Operation durch die Ausbreitung der Indikation.

Während anfänglich nur Sehnenverletzungen und schlaffe Lähmungen, wie sie durch Poliomyelitis oder durch Verletzungen des Nervs zu stande kommen, Anlaß zu den Sehnenverpflanzungen gaben, sind seit 1898 auch die spastischen Lähmungen zum Gegenstand operativer Eingriffe gemacht worden. Eulenburg empfahl die Sehnenverpflanzung für die Littlesche Krankheit, Wallerstein, Vulpius und ich operierten bei der cerebralen Kinderlähmung. Zur Beseitigung von hartnäckigen Kniebeugekontrakturen empfahlen Heusner und Bruns 1901, die Beuger auf den Quadriceps zu verpflanzen. Heusner hat das Verfahren ausschließlich bei arthrogenen Kniekontrakturen angewendet. Ich habe bereits vor Heusner im Jahre 1899 die gleiche Operation wegen sehr schwerer Kniebeugekontrakturen, die infolge Littlescher Krankheit entstanden waren, mit bestem Erfolge ausgeführt.

Ehe man eine Sehnenverpflanzung ausführt, muß die bestehende Deformität durch das Redressement beseitigt sein. Handelt es sich um sehr schwere Deformitäten und entstehen große subkutane Blutungen bei dem Redressement, so gipst man am besten das redressierte Glied für 1—2 Monate ein und macht die Sehnenverpflanzung erst später.

Läßt sich die Deformität leicht ausgleichen, so kann man in derselben Narkose dem Redressement die Sehnenverpflanzung folgen lassen.

Erst die Sehnenverpflanzung auszuführen und später zu redressieren, halte ich für einen Kunstfehler, weil bei diesem Vorgehen die neugeschaffenen Sehnen viel zu lang würden und der normalen Spannung entbehrten, die für die spätere Leistungsfähigkeit entscheidend ist.

I. Die Technik der Sehnenverpflanzung.

Ist die Deformität beseitigt, so folgt die Sehnenverpflanzung.

Wie ich schon im geschichtlichen Ueberblick ausgeführt habe, stehen uns zur Zeit 2 verschiedene Methoden der Sehnenverpflanzung zur Verfügung. Die eine, zuerst von Nicoladoni empfohlene Operation verbindet Sehne mit Sehne; die andere, von mir bevorzugte Methode vernäht die kraftspendende Sehne mit dem Periost.

Nach dem Vorgang von Kunik werde ich im Interesse der schnelleren Verständigung die erste Methode als die alte, die zweite als die neue bezeichnen.

Jede der beiden Methoden hat im allgemeinen ihr besonderes Gebiet, das später bei Aufstellung der Operationspläne abzugrenzen ist; jedoch gibt es auch Fälle, wo man die Wahl zwischen beiden Methoden hat.

Die Technik beider Methoden läßt sich am schnellsten an einem einfachen Beispiel erläutern. Nehmen wir an, es sei der Tibialis anticus gelähmt und zum Ersatz stünde der Extensor hallucis zur Verfügung.

1. Die Verpflanzung von Sehne auf Sehne.

Nach der alten Methode kann die Aufgabe auf zweierlei Weise gelöst werden. Man kann entweder den ganzen Extensor hallucis zum Ersatz verwenden — und eine totale Sehnenverpflanzung ausführen — oder man kann den Extensor hallucis der Länge nach spalten und nur die Hälfte zum Ersatz für den gelähmten Tibialis anticus heranziehen. Im letzteren Falle sprechen wir von einer partiellen Sehnenverpflanzung.

a) Die totale Sehnenverpflanzung.

Die schematischen Figuren (Fig. 197 u. 198) zeigen das Vorgehen bei der besprochenen Lähmung des Tibialis anticus, wenn der ganze Extensor hallucis zum Ersatz verwendet wird.

Fig. 197.

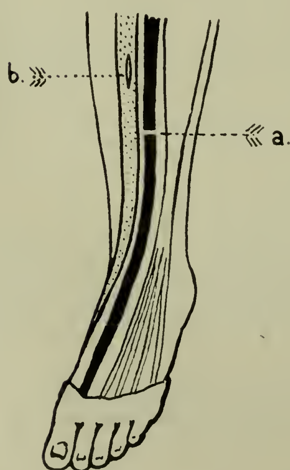


Fig. 198.



Fig. 197. Lähmung des Tibialis anticus.

Fig. 198. Totale Verpflanzung des Extensor hallucis auf den Tibialis anticus.

Man legt durch einen 5—8 cm langen Schnitt, welcher Haut, Fett und Fascien durchtrennt, die 3 Sehnen des Tibialis anticus, des Extensor hallucis und des Extensor digitorum auf der Vorderseite des Unterschenkels frei, durchtrennt den Extensor hallucis an der Stelle *a* (Fig. 197) und durchflechtet das zentrale Ende der Sehne mit Seide (Turner No. 3—6), wie Fig. 198 zeigt. Die Seidenfäden treten an dem Querschnitt der Sehne heraus und bleiben zur späteren Durchflechtung der Tibialis anticus-Sehne er-

halten. Nun isoliert man das zentrale Ende der Extensor hallucis-Sehne soweit, daß sie bequem auf den Tibialis anticus verlagert werden kann. Dann wird sie durch einen Schlitz, der bei *b* (Fig. 197) an der Sehne des gelähmten Tibialis anticus angebracht ist, von hinten hindurchgeführt, und die am Querschnitt der Sehne herauskommenden Seidenfäden werden mit der Sehne des Tibialis anticus verflochten in der durch Fig. 198 wiedergegebenen Weise. Zum Schlusse werden endlich, während der Fuß in leichter Dorsal- und Varusstellung gehalten wird, die Seidenfäden und mit ihnen der zentrale Teil des Extensor hallucis in Spannung versetzt und in der gewünschten Spannung durch Knüpfen der Seidenfäden erhalten.

Man kann nach dem Vorschlag von Vulpius ein solches Vorgehen als absteigende Vernähung bezeichnen; den Gegensatz dazu bildet die aufsteigende Verpflanzung.

In dem angeführten Beispiel der Tibialis anticus-Lähmung kann man die letztere Methode zur Anwendung bringen, indem man das periphere Stück der Extensor hallucis-Sehne an den Extensor digitorum anhängt in der durch Fig. 198 dargestellten Weise, um die Streckfähigkeit der großen Zehe zu erhalten.

Ich habe die alte Methode der totalen Sehnenverpflanzung beschrieben, wie ich dieselbe übe. Zu dieser Modifikation bin ich veranlaßt worden durch die Erfahrung, daß die Seidenfäden durch eine Durchflechtung den festesten Halt an der Sehne gewinnen und am wenigsten die Sehnen schädigen. Weiter glaube ich, daß bei der beschriebenen Weise die Spannung, die auf das Endresultat einer Sehnenverpflanzung von entscheidendem Einfluß ist, sich am besten regulieren läßt.

Doch kann man auch auf andere Weise die Vernähung vornehmen. Vulpius z. B. führt die kraftspendende Sehne ebenfalls durch ein Knopfloch der gelähmten Sehne hindurch. Er durchflechtet aber nicht die Sehne mit Seide, sondern vernäht zentral und distal vom Knopfloch beide Sehnen durch Knopfnähte.



Fig. 199. Partielle Verpflanzung des Extensor hallucis auf Tibialis anticus.

b) Die partielle Sehnenverpflanzung.

Der totalen Sehnenverpflanzung steht die Abspaltung und Verpflanzung von Sehnenteilen, die partielle Sehnenplastik gegenüber.

Wenn es sich bei dem oben angeführten Beispiel um eine Lähmung des Tibialis anticus handelt, so kann man die Hälfte der Sehne des Extensor hallucis abspalten (Fig. 199), durch ein Knopfloch der Tibialis anticus-Sehne hindurchführen und absteigend befestigen, indem man einzelne Knopfnähte anlegt oder die beiden Sehnen mit Seide durchflechtet.

Die partiellen Sehnenverpflanzungen sind besonders durch Drobnik eingeführt und finden auch heute noch vielfache Anwendung. Besonders Vulpius ist durch die Art seiner Operationspläne gezwungen, vielfach Gebrauch davon zu machen. Ich selbst vermeide

nach Möglichkeit Abspaltungen, weil nach meiner Beobachtung die abgespaltenen Teile in der Regel nicht funktionelle Selbständigkeit erlangen. Wenn irgend möglich, gebe ich deshalb der totalen Sehnenverpflanzung den Vorzug vor der partiellen Abspaltung.

Außer der beschriebenen partiellen und totalen Uebertragung mit aufsteigender und absteigender Vernähung gibt es für die alte Methode der Sehnenverpflanzung noch eine ganze Anzahl von Modifikationen, sowohl in der Durchschneidung wie in der Abspaltung und Vernähung. In der VULPIUSschen Monographie sind dieselben aufgeführt. Praktischen Wert hat die Aufzählung derselben nicht, und wir sehen deshalb an dieser Stelle davon ab.

2. Die periostale Sehnenverpflanzung.

Bei der periostalen Sehnenverpflanzung wird die kraftspendende Sehne nicht an der gelähmten Sehne, sondern direkt an der Knochenhaut vernäht. Für die Wahl der Vernähungsstelle ist die Funktion maßgebend, welche der neue Muskel ausüben soll.

Fig. 200. Fig. 201.

Fig. 200. Periostale Plastik.
Fig. 201. Vernähung des Extensor hallucis am Periost vom Os naviculare.

Die technische Ausführung der Operation sei wieder an dem bereits oben angeführten Beispiel der Tibialis anticus-Lähmung geschildert. Zur Verfügung steht der Extensor hallucis. Ein 5—8 cm langer Schnitt auf der Innenseite des Fußrückens legt beide Sehnen frei. Die Sehne des Extensor hallucis wird auf der Mitte des Fußrückens durchschnitten (Fig. 200); dann wird das zentrale Ende mit Seide durchflochten, wie Fig. 201 zeigt, isoliert und medialwärts auf das 1. Keilbein verschoben. Das Periost dieses Knochens wird der Länge nach gespalten, zurückgeschoben und das Ende der Sehne in die Periostspalte hineingelegt. Dann werden die beiden Seidenfäden mit 2 oder 3 Stichen durch die peripher von der Periostspalte gelegenen Teile der Knochenhaut des 1. Keilbeines und eventuell des 1. Metatarsus hindurchgeführt. Die Nadel wird dabei in möglichster Tiefe durchgestochen.

Wie ich schon früher ausgeführt habe, vermeide ich, mit der Nadel in das Innere des Gelenkes einzudringen. Durch die Wandung der Gelenkkapsel, durch Knorpel und Bänder gehe ich aber unbedenklich hindurch. Bei genügend tiefgeführten Nähten hat man Mühe, die Nadeln wieder herauszuziehen. Es müssen deshalb dicke, stark gebogene Nadeln mit kurzer Spitze verwandt werden[1]) (Fig. 202). *a* bezeichnet den Querschnitt der Nadel; *b* das federnde Oehr.

Wenn beide Fäden durchgeführt sind, so werden sie je nach der Spannung, welche man wünscht, angezogen und geknotet. Zum Schluß

1) Zu beziehen von KATSCH, München, Schillerstraße.

wird endlich das abgelöste Periost über der verpflanzten Sehne mit 2 oder 3 Knopfnähten vereinigt und das periphere Ende des Extensor hallucis aufsteigend am Extensor digitorum angehängt.

Als ich die Vernähung der kraftspendenden Sehne am Periost anstatt an der gelähmten Sehne vornahm, hatte ich zwei Gründe. Einmal wollte ich Freiheit bei der Wahl des Insertionspunktes für den neuen Muskel haben, da man durch sehr schwere Lähmungen nicht selten gezwungen ist, Muskeln zu schaffen, die unter normalen Verhältnissen nicht vorkommen. Darüber wird bei Besprechung der Operationspläne ausführlicher zu berichten sein.

Weiter bestimmte mich zur Vernähung am Periost die Tatsache, daß die gelähmte Sehne oft so mürbe, zerreißlich und dehnbar ist, daß eine solide Vernähung an derselben unmöglich erschien. Das gilt nicht nur von Sehnen, die an und für sich dünn sind, sondern auch für solche Sehnen, die unter normalen Verhältnissen kräftig und dick sind, z. B. die Quadriceps-Sehne. Für diese Sehne hat selbst Vulpius, der sonst ängstlich an der Vernähung von Sehne auf Sehne festhält, die Notwendigkeit der Befestigung am Periost zugegeben, und er hat damit die Ueberlegenheit der neuen Methode gegenüber der alten Methode — was Zuverlässigkeit der Vernähung angeht — anerkannt.

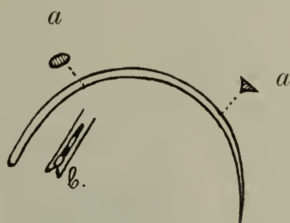


Fig. 202. Periostnadeln (Lange).

Trotzdem hält Vulpius in der Theorie an seinen Bedenken gegen die periostale Vernähung fest. Ich habe deshalb noch Versuche an Leichen gemacht, um die Festigkeit der beiden Nahtmethoden zu prüfen. Bei einer kindlichen Leiche mit normalen Muskeln und Sehnen hielt die Naht, nach Vulpius ausgeführt, eine Belastung von 2—3 kg aus, während die periostale Vernähung erst bei einer Belastung von 14—15 kg nachgab.

Bei unseren Patienten liegen die Verhältnisse für die Vulpiussche Naht noch viel ungünstiger, da die Sehnen durch die Lähmung gelitten haben und deshalb noch viel zerreißlicher sind.

Wer die periostale Vernähung, namentlich mit Benutzung der seidenen Sehnen, viel geübt hat, wird mir darin beistimmen, daß die Technik viel einfacher und — ich möchte sagen — solider ist, als die Vernähung von Sehne auf Sehne. In technischer Hinsicht verhält sich die alte Methode zu der neuen wie die zierliche, aber zerbrechliche Filigranarbeit zu einfacher, aber zuverlässiger und haltbarer Schlosserarbeit.

Wolff hat kurz vor seinem Tode eine Modifikation der periostalen Methode empfohlen. Er legte das verpflanzte Sehnenende in eine mit dem Meißel geschaffene Knochenrinne und vernähte das Periost über der Rinne mit der Sehne.

Müller geht noch energischer vor. Er bohrt einen Kanal durch den Knochen und zieht die Sehne durch denselben hindurch.

Ich habe kein Bedenken, den Knochen anzubohren oder freizulegen, habe aber bisher bei Sehnenverpflanzungen keinen Anlaß gehabt, so vorzugehen, da ich stets genügenden Halt für die neue Sehne am Periost gefunden habe.

Ueber die Asepsis und Nachbehandlung sei folgendes mitgeteilt:

Daß man so gewagte Operationen, wie die Sehnenverpflanzung, nur in einem einwandsfreien Operationssaal und nur bei vollständiger Beherrschung der Asepsis vornehmen soll, ist selbstverständlich. Durch die Erfahrung bin ich dahin gekommen, über die gewöhnlich geübten Vorsichtsmaßregeln noch hinaus zu gehen. Ich habe im Laufe der 8 Jahre, seitdem ich Sehnenverpflanzungen ausübe, nur einmal eine schwere Infektion erlebt. Es handelte sich um einen schweren Spitzfuß. Ich fühlte mich an dem Tage nicht wohl und merkte, daß ich Fieber hatte; trotzdem operierte ich und sah mich leider durch die Gegenwart mehrerer auswärtiger Aerzte gezwungen, während des



Fig. 203a. Mundbinde und Kopfhaube.



Fig. 203b. Mundbinde und Kopfhaube von hinten.

Operierens häufig Fragen zu beantworten und mehr zu sprechen, als ich sonst bei Operationen zu tun pflege. An demselben Tage erkrankte ich noch an einer schweren septischen Angina. Bei der Patientin trat am folgenden Tage hohes Fieber auf; die Wunden mußten aufgemacht werden und erwiesen sich durchweg mit miliaren Abscessen durchsetzt. Nach langer Eiterung erfolgte endlich Schluß der Wunde. Der Fuß versteifte in guter brauchbarer Stellung und das funktionelle Resultat war befriedigend.

Diese Erfahrung veranlaßte mich aber, seitdem eine Mundbinde zu benutzen; denn für mich war es sehr wahrscheinlich, daß die Infektion der Wunde nach Art der Flüggeschen Tropfen beim Sprechen erfolgt war. Ich glaube zwar, daß der normale Mundspeichel ziemlich harmlos ist; mit der Möglichkeit, daß eine infektiöse Angina im Anzug ist, und daß der Mundspeichel sehr gefährliche Bakterien enthält, muß man aber stets rechnen und seine Patienten davor schützen.

Außer der Mundbinde benutze ich eine Kopfkappe und Gummihandschuhe (Fig. 203a u. b).

Vulpius benutzt Zwirnhandschuhe und eine Haube, die den ganzen Kopf, mit Ausnahme der Augen einschließt. Diese Haube

mag noch mehr Sicherheit bieten; sie ist aber noch wesentlich lästiger als meine Mundbinde und Kopfkappe.

Für die Technik der seidenen Sehnen gebe ich entschieden den Gummihandschuhen den Vorzug, da man gezwungen ist, die Hände häufig in Sublimatlösung einzutauchen. Im übrigen stimme ich aber mit VULPIUS in diesem viel umstrittenen Punkte ganz überein. Unbequem sind ja für den Operateur Haube, Binde und Handschuhe! Die vieljährige Erfahrung spricht aber ganz entschieden dafür, daß im Interesse des Patienten diese Unbequemlichkeiten vom Arzt ertragen werden müssen. Ich selbst wenigstens habe, seitdem ich in dieser Weise operiere, keine ernstliche Infektion mehr bei Sehnenverpflanzungen erlebt.

Als Nahtmaterial für die Sehnennaht wird von den meisten Chirurgen heute Seide bevorzugt. Ich lasse die Seide, von der einige Meter auf einem Gazetampon ganz lose aufgewickelt sind, stets unmittelbar vor dem Gebrauch durch $^1/_4$-stündiges Kochen in Sublimat 1:1000 sterilisieren, und lasse die Seide während der Operation in Sublimatlösung liegen. Von den verschiedenen Seidenarten gebe ich der Turner-Seide den Vorzug. Sie ist etwas teurer, aber wesentlich haltbarer als die gewöhnliche Seide.

WITZEL benutzt Silberdraht, SCHANZ Aluminiumbronzedraht, GOLDTHWAIT und TUBBY feinen Silkworm.

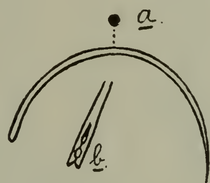


Fig. 204. Sehnennadel (LANGE).

Ich habe außer mit Seide noch Versuche mit Celluloidzwirn gemacht. Sie fielen aber so ungünstig aus, daß ich zur Seide zurückgekehrt bin. Silk und Metall ist meines Erachtens für versenkte Nähte zu starr, und ich sehe zunächst keinen Anlaß, einem anderen Material den Vorzug vor der Seide zu geben.

Zu Hautnähten verwende und empfehle ich Silkfäden. Ich habe früher auch dazu Seide benutzt; doch habe ich gefunden, daß Stichkanaleiterungen bei den impermeablen Silkfäden eine sehr große Seltenheit sind, während sie bei Hautnähten mit Seide recht häufig zu beobachten sind.

Zur Vernähung am Periost benutze ich kräftige Nadeln mit kurzer schneidender Spitze. Zur Durchflechtung der Sehne dagegen verwende ich dünne Nadeln mit rundem Querschnitt (Fig. 204 *a*), um das Schlitzen zu vermeiden. Zur stumpfen Isolierung der Sehne leistet das KOCHERsche Instrument vorzügliche Dienste. Zum Bohren der Kanäle im subkutanen Fettgewebe benutze ich lange, gerade, kräftige Kornzangen. Seidene Sehnen werden durch die Sehnenscheide mit Hilfe von langen Oehrsonden durchgeführt.

Die Instrumente werden stets ausgekocht und liegen während der Operation in einer Lösung von Hydrargyrum oxycyanat. 1:1000.

Neben den selbstverständlichen Bedingungen, daß das Operationsfeld gut gereinigt, der Tisch mit sterilen Tüchern bedeckt ist, lege ich besonderen Wert darauf, daß die mit Gummihandschuhen bekleideten Hände während der Operation häufig in Sublimatlösung abgewaschen werden, und daß Naht- und Verbandmaterial und die Instrumente von möglichst wenig Händen berührt werden.

In der Regel operiere ich nur mit einem Assistenten, bei großen Operationen benutze ich zwei Assistenten.

Daß im allgemeinen große Hautschnitte zur Freilegung des gelähmten Muskels zu empfehlen sind, darin stimmen die meisten Autoren heute ganz überein. Die Hautwunden an gelähmten Gliedern heilen, wie die zahllosen Erfahrungen der letzten 10 Jahre zeigen, vielleicht etwas langsamer als an normalen Gliedern, im übrigen aber genau ebenso. Die Größe des Hautschnittes spielt gar keine Rolle, und es ist unter allen Umständen wichtig, volle Klarheit über den Zustand des Muskels zu bekommen. Nicht selten entdeckt man bei Muskeln, die in ihrem unteren Drittel ganz degeneriert erschienen, in dem mittleren oder selbst im oberen Drittel noch so viel gesunde Muskelfasern, daß sie zur Sehnenverpflanzung benutzt werden können. Deshalb darf man in zweifelhaften Fällen sich nicht scheuen, den Muskel weit freizulegen.

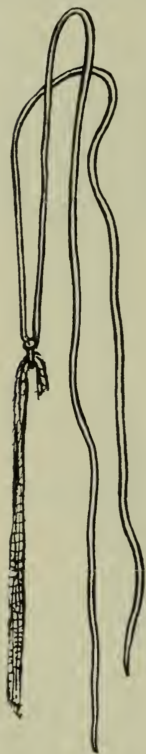


Fig. 205. Gazedrain.

Nach Beendigung der Sehnenverpflanzung vereinigen einzelne Autoren, wie Milliken, Le Dentu, Piéchaud und neuerdings auch Vulpius, die eröffneten Sehnenscheiden durch die Naht.

Ich nähe weder Fascien noch Sehnenscheide und habe keinen Nachteil davon gesehen.

Die Hautwunden werden von den meisten Autoren vollständig verschlossen. Ich führe stets an dem tiefsten Wundwinkel zur Drainage der Wunde ein kleines, mit Sublimat 1 : 1000 leicht durchfeuchtetes Gazestück ein, das ich nach 48 Stunden wieder entferne. Man kann nach Dr. Oberreit an dieses Gazestück einen starken Seidenfaden anbinden, den Seidenfaden am oberen Rand des Verbandes herausleiten und später durch Zug am Seidenfaden das Gazestück entfernen (Fig. 205). Ich habe niemals Nachteil von diesem Verfahren gesehen und glaube, die geringe Zahl der Fadenabscesse (2 Proz.; Vulpius hat 25 Proz.) darauf zurückführen zu dürfen.

Wenn die Wunde versorgt ist, wird das operierte Glied in der gewünschten Stellung für 6—8 Wochen fixiert.

Am besten eignet sich zu diesem Zwecke der Gipsverband, und er hat auch bei den meisten Chirurgen den Sieg über alle anderen Verbandarten davon getragen.

In der Regel ist für das operierte Glied im Gipsverband eine Stellung anzustreben, welche die verpflanzten Muskeln möglichst entspannt und im allgemeinen dürfte deshalb eine Ueberkorrektur der ehemaligen Deformität zu empfehlen sein. Doch besteht ein gradueller Unterschied zwischen den einzelnen Deformitäten.

Bei einem paralytischen Pes valgus darf man unbesorgt in der hochgradigsten Klumpfußstellung, die möglich ist, fixieren. Umgekehrt darf man aber einen paralytischen Klumpfuß in der Regel nur in leichter Valgusstellung verbinden, da sonst leicht des Guten zu viel geschehen könnte. Spitzfüße, bei denen alle Dorsalflektoren gelähmt sind, dürfen in extremste Hackenfußstellung gebracht werden, während leichtere Spitzfüße, bei denen nur ein Dorsalflektor verloren gegangen war, nicht so viel Ueberkorrektur zulassen.

Bei Quadricepslähmung, bei der die Beuger zum Ersatz nach vorn verpflanzt sind, ist volle Streckstellung im Verband zu geben. Dagegen muß dringend davor gewarnt werden, in solchen Fällen energisch zu redressieren und etwa das Knie in Ueberkorrektur im Sinne des Genu recurvatum zu fixieren, da sonst die Gefahr besteht, daß sich ein Schlottergelenk entwickelt.

Bei Operationen an der Hand darf man in der Regel überkorrigierte Stellung geben; doch darf man die Hand in dieser Stellung nicht wie das Bein für mehrere Monate, sondern höchstens 3—4 Wochen lassen, da sonst leicht Versteifungen in den Fingern auftreten, die nachher schwer zu beseitigen sind.

Etwa 4 Wochen lang nach der Operation lasse ich bei Beinoperationen in der Regel Bettruhe beobachten. Nach dieser Zeit lasse ich die Patienten aufstehen und das noch im Gipsverband fixierte Bein zum Auftreten benutzen.

Ist endlich 8—10 Wochen nach der Operation die Zeit der Verbandabnahme gekommen, so wird der Gipsverband vorsichtig entfernt und bei allen Fußdeformitäten in der Regel sofort ein Gipsabguß angefertigt, um die zur Nachbehandlung notwendigen Schuheinlagen und Nachtschienen aus Celluloidstahldraht herzustellen.

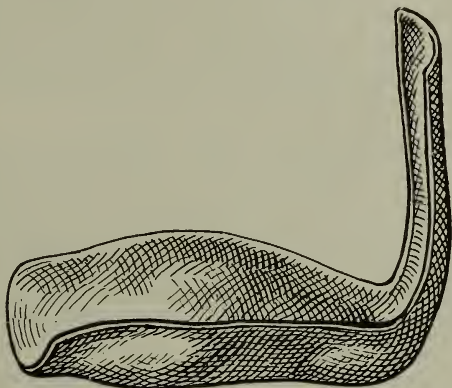


Fig. 206. Schieneneinlage (LANGE).

Ein ehemaliger paralytischer Pes valgus bekommt z. B. später eine Celluloidstahldrahteinlage [1]) mit Rand und schiefer Ebene, welche den Fuß beim Auftreten in leichte Supinationsstellung bringen und das Gewölbe stützen muß. Während der Nacht wird der Fuß durch eine abnehmbare Celluloidstahldrahthülse in starker Supination und leichter Dorsalflexion fixiert.

In entsprechender, natürlich aber entgegengesetzter Weise behandele ich den Klumpfuß. Selbstverständlich sind bei diesem die Schuheinlage und die Nachtschiene so gearbeitet, daß der Fuß in Pronationsstellung festgehalten wird.

Für schwere paralytische Spitzfüße lasse ich einige Monate nach der Verbandabnahme meine Schieneneinlage aus Celluloidstahldraht (Fig. 206) benutzen, welche das Fußgelenk versteift und plötzliche gewaltsame Dehnungen der neuen Dorsalflektoren des Fußes verhütet.

Auf die Vermeidung von gewaltsamen Dehnungen der verpflanzten Sehne ist überhaupt in den ersten Monaten nach der Verbandabnahme das größte Gewicht zu legen. In der Regel lege ich deshalb nach Entfernung des Gipsverbandes und Anfertigung des notwendigen Gipsabgusses einen

1) Münch. med. Wochenschr., 1903, No. 7.

gut gepolsterten Stärkegazeverband an und lasse das Bein erst nach Erhärtung dieses Verbandes wieder zum Gehen benutzen. Wenn die äußeren Verhältnisse mich nicht zwingen, den Patienten rasch zu entlassen, gebe ich dann im Laufe von 4—6 Wochen ganz allmählich die Beweglichkeit des Gelenkes frei, indem ich alle 5—8 Tage vom oberen und unteren Rand des Verbandes einen daumenbreiten Ring wegschneide, so daß der Verband allmählich immer kleiner und die zugelassene Beweglichkeit im Gelenk immer größer wird.

In dieser Zeit findet unter dem Einfluß der Funktion eine so wesentliche Verdickung der neuen Sehne und Verstärkung der Narbe statt, daß später ohne Bedenken das Glied ohne Maschine benutzt werden kann.

Mit häufigen warmen Bädern, Massage und Gymnastik rate ich nicht eher zu beginnen, als bis die Narben recht fest und derb geworden sind; also nicht vor Ablauf von 12 Wochen nach der Operation. Die gymnastischen Uebungen lasse ich an einfachen Rollenapparaten, wie sie oben beschrieben sind, vornehmen. Ich lasse lediglich aktive Uebungen machen und warne dringend vor passiver Apparatgymnastik, weil dabei brüske Dehnungen der neuen Sehnen zu befürchten sind. Die Empfehlung von Pendelapparaten zur Nachbehandlung von Sehnenverpflanzungen dürfte wohl kaum die Zustimmung eines Fachgenossen, der einige Erfahrung in Sehnenverpflanzungen besitzt, finden.

Endlich ist zur Erzielung eines guten Dauerresultates notwendig, daß der Patient sich in den ersten 2 Jahren alle 2 Monate dem Arzt zur Untersuchung vorstellt. Jede Neigung zum Recidiv, zur Ueberkorrektur oder zu übermäßiger Dehnung der neuen Sehne muß frühzeitig zur Kenntnis des Arztes kommen, damit sie sofort wirksam bekämpft werden kann. In der Regel sind dann in solchen Fällen nur Aenderungen an der Nachtschiene oder Einlage notwendig, während ohne regelmäßige Nachuntersuchung sich leicht ein Zustand ausbildet, der nur durch eine zweite Operation zu beseitigen ist.

II. Die Indikation zur Sehnenverpflanzung[1]).

Den Anlaß zu einer Sehnenverpflanzung gibt der völlige oder teilweise Ausfall einer Muskelfunktion. Die Ursache dazu

---

1) Auf dem III. Orthopädenkongreß hat Spitzy empfohlen, „vor einer eingreifenden Sehnenplastik, bei der größere gelähmte Muskelbezirke ganz beiseite geschoben und endgültig aufgegeben werden und andere intakte durch Abspaltung geschwächt werden", den Versuch einer Nervenplastik zu machen.

Deshalb muß mit wenigen Worten die Bedeutung, welche die Nervenplastik zur Zeit für die Orthopädie hat, besprochen werden.

Die Operation besteht darin, daß auf chirurgischem Wege eine Verbindung zwischen dem gelähmten und einem benachbarten gesunden Nerven geschaffen wird. Die Methoden sind die gleichen, wie die der alten Sehnenverpflanzung. Man kann total oder partiell, aufsteigend oder absteigend überpflanzen. Die Hauptsache ist, daß die Achsencylinder des gesunden Nerven die Möglichkeit haben, in den gelähmten Nerv hineinzuwachsen und auf diese Weise den toten Nerven und Muskel zu beleben.

Daß dieses Ziel der Operation zu erreichen möglich ist, beweisen die Fälle von Sick und Sänger (absteigende Verpflanzung des halben Medianus auf den ge-

kann entweder im Muskel selbst liegen und durch Verletzungen oder Erkrankungen der Sehne oder des Muskels gegeben sein. Oder sie kann durch krankhafte Veränderungen in den peripheren Nerven, in dem Rückenmark oder im Gehirn bedingt sein. Diese Störungen in den Nervenzuleitungsbahnen oder in den Zentralorganen können entweder in schlaffen Lähmungen oder in spastischen Zuständen sich äußern.

So ergeben sich 3 Gruppen von Indikationen zur Sehnenverpflanzung:

Die 1. Gruppe wird gebildet von den Veränderungen an Muskeln oder Sehnen.
Die 2. Gruppe durch die schlaffen Lähmungen.
Die 3. Gruppe durch spastische Zustände.

1. Veränderungen an Muskeln und Sehnen.

Die Indikation zur ersten typischen Sehnenverpflanzung, die im Jahre 1869 von Tillaux ausgeführt wurde, gab eine Durchschneidung der Extensorensehnen vom 4. und 5. Finger. Da die Vernähung der peripheren Stümpfe mit den zentralen Enden nicht möglich war, verband Tillaux die peripheren Enden mit der Extensorsehne des 3. Fingers.

Sehnenverletzungen werden heute nur ausnahmsweise als Indikation zur Sehnenverpflanzung aufrecht zu erhalten sein. In der Regel ist vielmehr in solchen Fällen die Sehnennaht am Platze, oder — wenn diese unmöglich ist — die Ueberbrückung des Sehnendefektes durch eine künstliche Sehne.

Solange ein gesunder funktionstüchtiger Muskelbauch vorhanden ist, wird man denselben nicht ohne Not ausschalten, sondern zur

---

lähmten Radialis), von Hackenbruch (Einpflanzung eines Accessoriusbündels in einen Schlitz des gelähmten Facialis) und von Körte (aufsteigende Vernähung des gelähmten Facialis an den Hypoglossus). Bei Lähmungen, bei denen jede andere Hilfe ausgeschlossen ist, wie z. B. bei alten Facialislähmungen, ist deshalb der Versuch einer Nervenplastik angezeigt.

Ehe diese Operation aber in Wettbewerb mit der Sehnenverpflanzung treten kann, müssen zwei Fragen ihre Beantwortung gefunden haben. Erstens muß klar sein, ob die Operation für den kraftspendenden Nerven und für die von ihm versorgten Muskeln unbedenklich ist. Von einem gesunden wichtigen Nerven einen Lappen abzuspalten, scheint unter allen Umständen ein gewagter Versuch zu sein. Weniger bedenklich ist es, den gelähmten Nerven zu durchschneiden und das periphere Stück aufsteigend in einen Längsschlitz des bahngebenden gesunden Nerven zu vernähen. Aber selbst bei diesem Vorgehen scheinen nicht alle Gefahren für das Muskelgebiet des kraftspendenden Nerven ausgeschlossen zu sein. Denn Körte beobachtete in seinem Falle (der durchschnittene Facialis wurde aufsteigend am Hypoglossus angeheftet) eine leichte Zungenatrophie. An die Möglichkeit einer Schädigung des gesunden Nerven ist deshalb stets zu denken.

Zweitens ist es dringend wünschenswert festzustellen, ob die durch eine Nervenplastik wieder zum Leben gelangten Muskeln selbständig arbeiten lernen. Bei den Fällen von Hackenbruch und Körte wurden Mitbewegungen im Gebiete der bahngebenden Nerven beobachtet, und zunächst scheint die Wahrscheinlichkeit nicht sehr groß zu sein, daß durch die Nervenplastik normale, d. h. selbständige Muskelfunktionen zu schaffen sind. Doch kann die Entscheidung darüber nur durch das Experiment gebracht werden, und es ist deshalb freudig zu begrüßen, daß Dr. Spitzy-Graz die Nervenplastik zum Gegenstand einer größeren Reihe von Tierversuchen gemacht hat.

Tätigkeit heranziehen. Besonders gilt das für Muskeln, bei denen man Wert auf ihre funktionelle Selbständigkeit legt.

Aus demselben Grunde wird man auch bei völliger Zerstörung der Sehnen durch Eiterung und Tuberkulose nur dann zur Sehnenverpflanzung schreiten, wenn der zugehörige Muskelbauch durch den entzündlichen Prozeß oder durch Inaktivität funktionsuntüchtig geworden ist; sonst wird in allen anderen Fällen der Ersatz des Sehnendefektes durch eine künstliche Sehne angezeigt sein.

Eine zur Zeit noch umstrittene Frage ist, ob Schädigungen der Muskulatur durch Ueberdehnung und Inaktivität eine Sehnenverpflanzung rechtfertigen.

So sind beim angeborenen Klumpfuß der Extens. digitorum und die Peronei in der Regel durch die dauernde Entfernung ihrer Ansatzpunkte viel zu lang, und sie sind außerdem durch die Fixierung des Fußes in Klumpfußstellung zur Untätigkeit gezwungen gewesen und zeigen infolgedessen fast stets die Merkmale der Inaktivitätsatrophie.

Durch ein energisches Redressement und durch die monatelange Näherung der Ansatzpunkte dieser Muskeln — wie sie im Gipsverbande zu stande kommt — verkürzen sich diese Muskeln bei den meisten Klumpfüßen wieder und erlangen allmählich auch ihre normale Leistungsfähigkeit wieder.

Doch gibt es Klumpfüße, bei denen die gedehnten Sehnen zu lang bleiben und bei denen infolgedessen trotz eines einwandsfreien Redressements und Verbandes später nach der Verbandabnahme ein Rezidiv auftritt.

Ist der Muskelbauch in solchen Fällen gut erhalten, so kann die operative Verkürzung der Sehne am Platze sein. Ist aber der Muskelbauch atrophisch, so ist eine Sehnenverpflanzung angezeigt. Ich stimme darin mit VULPIUS, gegenüber GOCHT, überein.

Abnorme Länge der Muskeln und die dadurch bedingte Insuffizienz hat auch den Anlaß zur Sehnenverpflanzung bei Kniebeugekontrakturen gegeben.

Wenn der Quadriceps durch jahrelange Beugestellung überdehnt und verlängert ist, so erleidet er durch den Mangel an normaler Spannung schwere Störungen in seiner Leistungsfähigkeit und ist nicht im stande, nach Geradestreckung des Beines gegenüber dem Zuge der verkürzten Beuger und der geschrumpften Gelenkkapsel auf der Beugeseite das Gleichgewicht zu halten.

Die ersten Sehnenverpflanzungen zur Bekämpfung von schweren Kniebeugekontrakturen wurden meines Wissens im Jahre 1899 gleichzeitig und unabhängig voneinander von CODIVILLA und von mir ausgeführt. In dem CODIVILLAschen Falle handelte es sich um eine fast rechtwinklige Kniebeugekontraktur infolge cerebraler Kinderlähmung. Sie wurde mit bestem Erfolge durch Ueberpflanzung von Biceps und Semitendinosus auf den Quadriceps geheilt. Ich selbst habe bei der LITTLEschen Gliederstarre dieselbe Operation ausgeführt.

Im Jahre 1900 hat dann HEUSNER wegen einer tuberkulösen Kniebeugekontraktur den Biceps auf den Quadriceps verpflanzt und 1901 auch bei rheumatischen Kontrakturen dieselbe Operation ausgeführt.

Aehnliche Operationen haben Alessandrini und Vulpius später ausgeführt. Ich selbst habe bei arthrogenen Kniekontrakturen noch keinen Anlaß zur Operation gehabt und rate, bei Knietuberkulosen unter allen Umständen zurückhaltend damit zu sein.

Neben der orthopädischen Behandlung ist bei allen Knietuberkulosen meines Erachtens die Hebung des Allgemeinbefindens die Hauptsache. Diese Kinder gehören nicht ins Bett und Krankenzimmer, sondern sollen mit ihren Gehverbänden möglichst viel im Freien sein.

Die beschriebene Sehnenplastik mit dem notwendigen 4-wöchentlichen Krankenlager bedeutet aber stets eine erhebliche Schwächung und Schädigung des Allgemeinbefindens; davor muß man tuberkulöse Kinder möglichst bewahren.

Tatsächlich hat Vulpius bei einem tuberkulösen Kind, bei dem er die Operation ausgeführt hat, später Verschlimmerung des tuberkulösen Prozesses und Zerstörung des Gelenkes erlebt.

Eher kommt die Operation meines Erachtens bei rheumatischen Kniekontrakturen in Frage. Die meisten Patienten, die daran leiden, stehen allerdings in einem Alter, wo man Bedenken trägt, eine solche Operation vorzunehmen.

Bei jugendlichen Individuen halte ich aber, wenn die orthopädische Behandlung sich als unwirksam erwiesen hat, die Operation für angezeigt und werde dieselbe bei gegebener Gelegenheit ausführen.

2. Indikation durch schlaffe Lähmungen.

Die schlaffen Lähmungen, welche die häufigste und dankbarste Indikation zur Sehnenverpflanzung bilden, sind in der Regel entweder durch krankhafte Veränderungen in den peripheren Nerven oder durch solche im Rückenmark bedingt.

An den Nerven kann eine traumatische Durchtrennung Anlaß zur Sehnenverpflanzung werden, wenn die ausgeführte Nervennaht nicht den gewünschten Erfolg gehabt hat.

Ferner haben Lähmungen infolge von Quetschungen oder Ueberdehnung der Nerven als Indikation zu unserer Operation zu gelten, wenn die Lähmung im Laufe eines Jahres keine Neigung zum Rückgang zeigt.

Und endlich ist wiederholt wegen einer Lähmung, die infolge von Neuritis zurückgeblieben war, die Ueberpflanzung von Muskeln ausgeführt worden.

Im allgemeinen geben Veränderungen an den peripheren Nerven selten Anlaß zur Operation; viel häufiger sind wir durch Erkrankung des Rückenmarkes zur Sehnenverpflanzung gezwungen. Vor allem ist es die spinale Kinderlähmung, auf deren Rechnung wohl mindestens 80 Proz. aller Sehnenverpflanzungen, die heute ausgeführt werden, zu setzen sind.

Aus Rücksicht auf die Häufigkeit dieser Indikation ist es erfreulich, daß gerade bei der spinalen Kinderlähmung diese Operation die glänzendsten Triumphe feiert.

Denn wenn auch die Krankheit schwere Verwüstungen unter der Muskulatur angerichtet hat, so findet sich doch bei den meisten Fällen noch soviel gesundes Muskelmaterial, daß, wenn auch nicht

immer alle, so doch die für den täglichen Gebrauch wichtigsten Gliedfunktionen wieder möglich gemacht werden.

Ebenso wie bei Erkrankung der peripheren Nerven darf auch bei der Poliomyelitis nicht zu früh operiert werden, da von den anfangs gelähmten Muskeln ein Teil sich in der Regel wieder erholt und funktionstüchtig wird. Ich operiere deshalb grundsätzlich nicht vor Ablauf eines Jahres nach Beginn der Erkrankung und begnüge mich — wenn ich ein Kind bald nach Beginn der Erkrankung in Behandlung bekomme — damit, durch Faradisieren, leichte Gymnastik und Massage und Bäder die Zirkulation in den peripheren Muskeln möglichst anzuregen.

Um die Entstehung von Kontrakturen zu verhüten, lasse ich gleichzeitig nachts kleine Hülsen aus Celluloidstahldraht benutzen, welche das erkrankte Glied in korrigierter oder überkorrigierter Stellung fixieren. Bei Tage dagegen suche ich, wenn irgend möglich, die Benutzung von fixierenden Schienen und Verbänden möglichst zu umgehen, um der Inaktivitätsatrophie der Muskulatur vorzubeugen.

Ist unter dieser Behandlung ein Jahr seit dem Beginn der Erkrankung verstrichen, so schlage ich bei Kindern, welche das 4. Lebensjahr erreicht haben, den Eltern die Operation vor. Bei jüngeren Kindern warte ich in der Regel so lange, bis sie 4 Jahre alt geworden sind und nur bei besonders kräftigen Kindern operiere ich vor dieser Zeit; denn die Operation läßt sich bei älteren Kindern nicht nur leichter ausführen, sondern liefert auch bessere Resultate als bei ganz kleinen Kindern, bei denen die Zartheit und dünne Beschaffenheit der Sehnen eine sichere und zuverlässige Vernähung außerordentlich schwierig macht.

3. Spastische Lähmungen.

Die ersten Operationen bei spastischen Lähmungen sind meines Wissens im Jahre 1898 ausgeführt worden. Aus der Zurückhaltung, welche die Chirurgen dieser Form der Lähmung gegenüber 13 Jahre lang beobachtet haben, geht ohne weiteres hervor, daß die Ausführung der Sehnenverpflanzung bei den spastischen Lähmungszuständen auf viel größere Schwierigkeiten stößt als bei den schlaffen Lähmungen. Ein Vergleich zeigt vielleicht am schnellsten, wie verschieden die Aufgabe der Behandlung bei den beiden Leiden ist.

Wenn ein Wassertechniker von einem Fluß einen Kanal abzuzweigen hat, der genau die Hälfte der zur Verfügung stehenden Wassermenge bekommen soll, so ist die Aufgabe sehr leicht, wenn die Wassermenge des Flusses immer die gleiche ist, und wenn der Fluß eine ruhige und stets gleichbleibende Geschwindigkeit hat. So liegen die Verhältnisse bei der schlaffen Lähmung.

Viel schwieriger liegen die Verhältnisse bei dem spastischen Zustand. Hier gleicht die zur Verfügung stehende Kraftquelle einem schäumenden Gebirgsbach, bei dem die Wassermenge jeden Augenblick wechselt und bei dem man stets darauf gefaßt sein muß, daß er über sein Bett tritt. Die Wassertechniker haben in solchen Fällen durch komplizierte Wildbachverbauungen und Schleusenvorrichtungen, die je nach der augenblicklichen Wassermenge geöffnet oder ge-

schlossen werden, eine gleichmäßige Stromgeschwindigkeit zu erzielen gesucht.

Der Arzt, der bei spastischen Lähmungen einem gelähmten Muskel neue Kraft zuführen muß, ist in einer viel schwierigeren Lage. Auf die Krämpfe, die bei jeder willkürlichen Bewegung ausgelöst werden, hat er fast keinen Einfluß, und Vorrichtungen, die ähnlich wie Schleusen die Kraftzufuhr je nach Bedürfnis regulieren, stehen ihm ebenfalls nicht zur Verfügung. Es ist deshalb nicht zu erwarten, daß ein Muskel, der aus einem so inkonstanten Quell, wie ihn spastische Muskeln bilden, seine Kraft bezieht, so gleichmäßig arbeitet wie ein normaler Muskel. Und weiter ist ohne weiteres klar, daß stets die Gefahr besteht, daß dem gelähmten neuen Muskel zu viel Material zugeführt wird, so daß er an Arbeitsleistung den Stammmuskel übertrifft.

Unter allen Umständen ist die Erzielung eines funktionellen Gleichgewichtes bei spastischen Zuständen unendlich viel schwieriger als bei schlaffen Lähmungen. Trotzdem sind auch bei den spastischen Lähmungen schon so viel Heilungen oder Besserungen durch die Sehnenverpflanzung erzielt worden, daß die Operation durchaus berechtigt erscheint.

Am häufigsten ist bisher die Sehnenverpflanzung ausgeführt bei der Littleschen Gliederstarre und der cerebralen Kinderlähmung.

Bei der Littleschen Gliederstarre ist in der Regel kein Muskel völlig gelähmt, und die krankhaften Veränderungen bestehen nicht in einem Mangel an Kraft, sondern in einem Ueberfluß an Kraft in einzelnen Muskeln.

Vor allem sind der Gastrocnemius, die Beuger des Unterschenkels (Biceps, Semitendinosus und Semimembranosus) und die Adduktoren durch die in ihnen bestehenden Spasmen, welche bei jeder willkürlichen Bewegung auftreten, und durch die infolgedessen sich entwickelnden Muskelverkürzungen so stark, daß die Antagonisten ihnen gegenüber unterliegen.

Durch die Tenotomie läßt sich die Spannung in den genannten Muskeln und damit ihre Kraft verringern und das funktionelle Gleichgewicht vielfach ohne Sehnenverpflanzung herstellen. Bei den Adduktoren und dem Gastrocnemius genügt nach den allgemeinen Erfahrungen die Tenotomie.

Bei den Kniebeugekontrakturen, die im Anschluß an Little-Starre auftreten, genügt dagegen, wenigstens nach meinen Erfahrungen — die Durchschneidung des Biceps und das Redressement nicht. Man bekommt vielmehr trotz sorgfältiger orthopädischer Nachbehandlung in der Regel ein Rezidiv, wenn es sich um schwere Kontrakturen bei älteren Kindern handelt. Auf Grund solcher Erfahrungen habe ich schon im Jahre 1899 bei der Littleschen Starre angefangen, den Biceps, Semitendinosus und Semimembranosus auf den Quadriceps zu verpflanzen.

Bei einem 9-jährigen Knaben standen beide Beine im Knie in fast rechtwinkliger Beugung. Es war weder aktiv noch passiv eine weitere Streckung möglich. Dagegen konnte der Unterschenkel bis zu 45° gebeugt und aus dieser Stellung aktiv wieder bis zu ca. 90° gestreckt werden. Dabei sah und fühlte man die Kontraktion des Quadriceps.

Eine Lähmung desselben bestand nicht; aber er war verlängert und kam gegenüber den durch die Spasmen verkürzten und durch die fortwährende Kontraktion sehr gekräftigten Beugemuskeln nicht auf.

Ich hatte bei anderen schweren Kniebeugekontrakturen bei Littlescher Krankheit bereits erfahren, daß es trotz Redressement und offener Durchschneidung in der Regel Rezidive der Beugekontrakturen gibt, und entschloß mich deshalb leicht, die Operation, die mir schon vorher bei Quadriceps-Lähmungen vorzügliche Resultate ergeben hatte, bei dieser Beugekontraktur auszuführen.

Der Erfolg bestätigte meine Erwartungen. Es gelang, trotzdem keine Nachbehandlung mit Schienen und Gymnastik möglich war, die Beugekontrakturen zu beseitigen und den Knaben, der vorher nicht hatte stehen und gehen können, dahin zu bringen, daß er sich frei und sicher bewegen lernte.

Dieselbe Operation habe ich noch 2mal bei Littlescher Krankheit ausgeführt. Der eine Patient, der 16 Jahre alt war, ist durch die Operation von seinen Kniebeugekontrakturen (100°) befreit worden.

Der andere 15-jährige Patient, der bisher nur auf dem Boden kriechend sich fortbewegen konnte und an Kniekontrakturen von 110° litt, ist erst durch die Operation zum Stehen und Gehen gekommen.

Außerdem habe ich wegen Varusstellung des Fußes bei Littlescher Starre Sehnenverpflanzungen ausgeführt; doch ist bei diesen Operationen große Vorsicht notwendig, da schon nach einer Tenotomie und ergiebigem Redressement leicht eine Valgusstellung entstehen kann. Nur bei schweren Fällen, wenn der Extensor digit. durch Ueberdehnung völlig funktionsuntüchtig geworden ist, dürfte eine Sehnenverpflanzung am Platze sein.

Selten gibt eine Valgusstellung des Fußes Anlaß zur Sehnenverpflanzung. Fälle dieser Art sind von Vulpius operiert und veröffentlicht.

Bei der cerebralen Kinderlähmung bestehen in der Regel völlige Lähmungen einzelner Muskeln, daneben aber auch fast stets Spasmen in anderen Gruppen.

Die krankhaften Veränderungen treten — von einzelnen Ausnahmen abgesehen — am Arm und Bein derselben Seite in Form der Hemiplegie auf. Außerordentlich häufig sieht man bei den Patienten, die eine cerebrale Kinderlähmung durchgemacht haben, einen spastischen Spitzfuß und auf der gleichen Seite eine Hand- und Armdeformität, welche in einer extremen Pronation und Beugestellung der Hand bestehen.

Diese Form der Deformität darf als typisch für die cerebrale Kinderlähmung hingestellt werden.

Seltener bestehen neben den Lähmungen an der Hand auch ausgedehnte Lähmungen am Bein derselben Seite, und noch viel seltener sieht man, daß auch das Bein der anderen Seite von dem Leiden ergriffen ist.

Während der spastische Spitzfuß der cerebralen Kinderlähmung in der Regel nur die Tenotomie der Achillessehne erfordert, ist — sobald eine Lähmung sicher festgestellt ist, die Sehnenverpflanzung

angezeigt. Ob aber wirklich eine Lähmung einzelner Muskeln vorliegt, ist bei diesem Leiden nicht immer leicht zu entscheiden. Die elektrische Untersuchung läßt, da keine Entartungsreaktion besteht, völlig im Stich. Auch die Versuche, durch Kitzeln der Fußsohle und des Handtellers Bewegungen auszulösen, schlagen in der Regel fehl, da stets Krämpfe in den spastisch affizierten Muskeln ausgelöst werden.

Sicher ist, daß nicht immer die Muskeln gelähmt sind, welche bei der ersten Untersuchung gelähmt scheinen. Die begreifliche Aufregung, in der sich die Patienten bei der ersten Untersuchung durch einen fremden Arzt befinden, steigert in der Regel die Spasmen so, daß sehr schwer zu entscheiden ist, ob die Antagonisten der spastischen Muskeln wirklich gelähmt sind. Man muß deshalb bei der cerebralen Kinderlähmung den Patienten wiederholt untersuchen, ehe man die Diagnose auf Lähmung stellt und sich zur Sehnenverpflanzung entschließt.

Viele Kinder, die eine solche Krankheit durchgemacht haben, können unmittelbar nach dem Erwachen am Morgen Bewegungen mit ihren Fingern oder der Hand der kranken Seite ausführen, die ihnen im Laufe des Tages in der Regel unmöglich sind.

Unter allen Umständen muß man bei diesen Patienten stets an die Möglichkeit denken, daß es sich nicht um wirkliche Lähmungen, sondern daß es sich auch um Ueberdehnungen von Muskeln handeln kann.

Trifft das letztere zu, so ist an Stelle der Sehnenverpflanzung die Sehnenverkürzung durch Fältelung angezeigt.

Diese wenigen Andeutungen dürfen zur Genüge zeigen, wie schwierig sich die Ausführung der Sehnenverpflanzung bei der cerebralen Kinderlähmung gestaltet. Wir befinden uns diesem Leiden gegenüber noch im Stadium der vorsichtig tastenden Versuche. Trotzdem darf man die Hoffnung hegen, daß auch für diese Form der Lähmung auf Grund größerer Erfahrungen sich schließlich feste Grundsätze der Behandlung ergeben werden, und daß dadurch die Resultate unserer Behandlung immer besser werden.

Der Vollständigkeit halber sei noch erwähnt, daß auch in vereinzelten Fällen von Athetose, bei der spastischen Spinalparalyse, bei der Syringomyelie, bei der Dystrophia musculorum progressiva, bei der Meningitis und bei der apoplektischen Hemiplegie die Sehnenverpflanzung ausgeführt worden ist. Allgemeine Verwendung dürfte bei diesen Leiden die Operation nicht finden; denn sie verbietet sich entweder durch den meist progressiven Charakter dieser Krankheiten oder durch das vorgeschrittene Lebensalter der Patienten.

III. Die Aufstellung der Operationspläne.

Wohl keine andere chirurgische Operation erfordert bei Aufstellung der Operationspläne soviel Ueberlegung und Erfahrung als die Sehnenverpflanzung. Aber gerade diese Schwierigkeit der Aufgabe macht dem denkenden Chirurgen die Sehnenverpflanzung zu einem der reizvollsten operativen Probleme, und gerade in der Aufstellung der Operationspläne zeigt sich die Erfahrung des

Chirurgen; denn schlechte Operationspläne liefern stets schlechte Resultate!

Bei den ersten schüchternen Versuchen, die Tillaux und Duplay bei Sehnenverletzungen anstellten, haben diese Autoren den peripheren Stumpf der verletzten Sehne an der gesunden Nachbarsehne angehängt.

Als dann nach dem Vorgang von Nicoladoni die Sehnenverpflanzung bei Lähmungen ausgeführt wurde, benutzte man als kraftspendende Muskeln anfangs vorwiegend solche, die eine nebensächliche Funktion hatten, wie den Extensor hallucis oder longus, oder man nahm von 2 Muskeln, die eine ähnliche Funktion hatten, den einen zur Sehnenverpflanzung in Anspruch, z. B. einen Peroneus oder einen Extens. carpi radialis.

Vorwiegend durch die Publikationen Drobniks kamen dann die Abspaltungen von Sehnen und die Verpflanzung von Sehnenteilen auf. Man nahm, wenn ein Muskel gelähmt war, von einem benachbarten erhaltenen Muskel die Hälfte oder ein Drittel weg und versorgte damit den gelähmten Muskel.

Dies Verfahren hat den großen Vorzug, daß die Aufstellung des Operationsplanes außerordentlich einfach ist. Man hält sich an die natürliche Muskelverteilung und sucht dadurch in dem gelähmten Gliede normale Verhältnisse wiederherzustellen, daß man alle gelähmten Muskeln mit lebender Muskelsubstanz versieht.

Durch die zahlreichen Erfahrungen des letzten Jahrzehnts ist sichergestellt, daß auf diese Weise eine paralytische Deformität wieder geheilt werden kann, was die Form angeht.

Redressiert man z. B. einen paralytischen Klumpfuß und versorgt die gelähmten Peronei durch die halbe Achillessehne, und den gelähmten Extens. digitorum durch den halben Tibialis anticus, so erzielt man — vorausgesetzt, daß die Operation in technischer Beziehung einwandsfrei ausgeführt wurde — eine normale Fußform; man ermöglicht dem Patienten, ohne Maschine zu gehen, und braucht kein Rezidiv zu befürchten.

Unter allen Umständen ist das ein großer Gewinn für den Patienten.

Untersucht man aber einen so operierten Fuß genauer, so findet man, daß trotz der normalen Fußform eine normale Fußfunktion nicht erzielt worden ist; denn die abgespaltenen Sehnenpartieen lernen in der Regel nicht unabhängig vom Stammmuskel arbeiten, sondern kontrahieren sich stets gleichzeitig mit demselben, und die Folge davon ist, daß die Patienten den Fuß nicht gesondert supinieren und pronieren können. Das ist eine Bewegung, die zu einem normalen Gebrauch des Fußes, vor allem bei unebenem Terrain notwendig ist.

In funktioneller Hinsicht steht also ein so operierter, formschöner Fuß noch weit hinter einem normalen Fuß zurück, und man darf bei einem solchen Resultat nicht von einer funktionellen Heilung sprechen.

Noch minderwertiger ist das Resultat, wenn ein und derselbe Muskel, z. B. der Gastrocnemius, die Dorsal- und Plantarflektoren gleichzeitig versorgt. Der Fuß kann dann nicht willkürlich auf- und niederbewegt werden, sondern wird, sobald sich der für Dorsal- und Plantarflektor gemeinsame

Muskelbauch kontrahiert, steif gehalten wie nach einer Arthrodesenoperation.

Als ich diese Beobachtungen, die sich auf eine große Anzahl von Operationen gründeten, auf dem 2. Orthopädenkongreß mitteilte, hat Gocht die Richtigkeit bezweifelt und behauptet, daß die abgespaltenen Partieen funktionelle Selbständigkeit erlangen und unabhängig vom Stammmuskel arbeiten lernen.

Ich glaube, daß man in der Beurteilung von solchen Beobachtungen außerordentlich vorsichtig sein muß, wenn man nach der alten Methode der Sehnenverpflanzung operiert und Sehne auf Sehne vernäht. Wenn z. B. die Hälfte des gesunden Tibialis anticus auf den anscheinend gelähmten Extens. digit. übertragen wird, und wenn später eine Streckung der Zehen möglich ist, unabhängig von der Kontraktion des Tibialis anticus, so ist dadurch nicht der Beweis erbracht, daß die Bewegung durch den abgespaltenen und übertragenen Teil des Tibialis ant. bewirkt wird. Es besteht vielmehr stets die Möglichkeit, daß der scheinbar gelähmte Muskel in seinem oberen, bei der Operation nicht freigelegten Muskelbauch noch gesunde kontraktile Substanz besessen hat, und daß diese — dank dem Redressement und der durch die Operation geschaffenen Verkürzung der Sehne des Extensor digitorum — wieder zur Geltung kommt und die Sehne des Extens. digit. in Spannung versetzt.

Als Beweis für eine funktionelle Selbständigkeit der abgespaltenen Muskelpartie kann ich nur gelten lassen, wenn durch die Palpation festgestellt wird, daß der abgespaltene und verpflanzte Teil sich kontrahiert, während der Muttermuskel schlaff bleibt. Das läßt sich aber bei der Anwendung der alten Methode der Sehnenverpflanzung, wo das abgespaltene Stück meist nur einige Centimeter lang ist und nicht sicher abgetastet werden kann, in der Regel nicht nachweisen.

Wohl aber kann eine solche Untersuchung in einwandsfreier Weise angestellt werden, wenn man die periostale Sehnenverpflanzung benutzt, und wenn man das verpflanzte Stück durch seidene Sehnen verlängert hat. Dann hat die abgespaltene Sehne eine Länge von 10—20 cm und kann in zuverlässiger Weise gefühlt und untersucht werden, während der Muttermuskel sich kontrahiert.

Nach dieser Methode habe ich die meisten Abspaltungen und Verpflanzungen ausgeführt, und auf Grund zahlreicher und sorgfältiger Untersuchungen solcher Fälle bin ich zu der Ueberzeugung gekommen, daß die abgespaltenen Sehnenpartien in der Regel nicht unabhängig vom Muttermuskel arbeiten lernen.

Wenn meine Annahme richtig ist, dann ergibt sich daraus ohne weiteres, daß beim Ersatz von Muskeln, auf deren funktionelle Selbständigkeit Wert zu legen ist, niemals abgespaltene Teile, sondern stets **ganze** Muskeln zum Ersatz herangezogen werden müssen.

Aber selbst wenn ganze Muskeln verpflanzt werden, so kann man recht häufig sich davon überzeugen, daß der neue Muskel oft erst sehr spät und durchaus nicht immer so viel funktionelle Selbständigkeit erhält als wünschenswert ist. Wenn man z. B. 2 Muskeln, die unter normalen Verhältnissen gleichzeitig arbeiten, wie der Semimembranosus und Semitendinosus, trennt, und den ersteren nach vorn zum Ersatz des gelähmten

Quadriceps verpflanzt, so vergehen oft Jahre, bis der nach vorn verpflanzte Semimembranosus unabhängig vom Semitendinosus sich kontrahieren lernt.

Manche meiner vor 2—3 Jahren operierten Patienten bringen das heute noch nicht fertig, sondern kontrahieren, wenn sie das Knie beugen wollen, stets den nach vorn verpflanzten Semimembranosus gleichzeitig mit dem stehengebliebenen Beuger zusammen.

Diese Tatsache zeigt, daß die Umbildung des Muskelgefühls und die Anpassung der Nervenzentren an die neue Muskelgruppierung durchaus nicht so leicht vor sich geht, wie manche Autoren annehmen, und das muß bei der Aufstellung der Operationspläne, die jetzt zu besprechen sind, sorgfältig berücksichtigt werden.

Die Aufstellung des Operationsplanes ist leicht, wenn nur 1, 2 oder auch 3 Muskeln zu ersetzen sind. Wenn keine selbständige Funktion der geschädigten Muskeln notwendig ist, so wird der periphere Sehnenstumpf an den nächstgelegenen funktionsverwandten Muskel angehängt. Wenn z. B. der Extensor hallucis durch einen entzündlichen Prozeß zerstört ist, so genügt es, wenn man den peripheren Sehnenstumpf an den Extensor digitorum anhängt. Denn das praktische Bedürfnis verlangt nicht, daß die große Zehe gesondert von den übrigen Zehen gestreckt werden kann, sondern nur, daß die vielfach lästige Beugekontraktur der großen Zehe, die nach Ausfall des Extensor hallucis entsteht, verhütet wird.

Besitzt der zu Grunde gegangene Muskel große funktionelle Wichtigkeit, so muß ein ganzer ungeteilter Muskel zu seinem Ersatz herangezogen werden. Man benutzt selbstverständlich dazu minderwertige Muskeln.

Sind aber mehr als drei Muskeln gelähmt, so ist das Problem der Sehnenverpflanzung in ganz anderer Weise zu lösen.

Man darf dann nicht mehr die normale Muskelanordnung bei Aufstellung des Operationsplanes zu Grunde legen und nur diese nachzuahmen suchen, sondern man muß einzig und allein anstreben, die normale Funktion des gelähmten Gliedes zu erzielen. Man darf sich nicht scheuen, der selbständigen Funktion zu Liebe, von dem normalen Schema der Muskelverteilung abzuweichen und Muskeln mit neuem Ansatz zu schaffen.

Wenn ein Feldherr in der Schlacht schwere Verluste erlitten hat, so wird er am nächsten Tage seine verminderten Truppen nicht ebenso aufstellen und verteilen wie vor der Schlacht, sondern er wird seine verminderten Kräfte auf dem bedürftigsten und wichtigsten Punkte des Schlachtfeldes konzentrieren und nebensächliche Punkte unberücksichtigt lassen.

Genau so hat der Operateur bei einer Sehnenverpflanzung zu verfahren. Wenn die Muskelmasse nicht mehr ausreicht, um alle Sehnen zu versorgen, so muß man minderwichtige Funktionen im Interesse der wichtigen opfern. Denn das Problem, am Fuß z. B. mit 3 Muskeln eine für den gewöhnlichen Gebrauch ausreichende Funktion zu ermöglichen, ist anders zu lösen, als wenn 9 Muskeln, wie unter normalen Verhältnissen, zur Verfügung stehen.

Darin besteht der Hauptunterschied zwischen den Operationsplänen von Vulpius und von mir.

Vulpius scheut davor zurück, Muskeln mit neuen Insertionen und mit neuen Funktionen, die unter normalen Verhältnissen nicht vorkommen, zu schaffen. Er hält sich, solange als nur irgend möglich, an die normalen Muskelverhältnisse, die er peinlich genau nachzuahmen sich bemüht. Sein Streben ist, jeden gelähmten Muskel mit lebender Muskelsubstanz zu versehen, und dieser Grundsatz läßt sich natürlich nur durchführen, wenn man reichlich von Spaltungen und Verpflanzung abgespaltener Sehnen Gebrauch macht. Daß dadurch die normale Gebrauchsfähigkeit des operierten Gliedes schwer beeinträchtigt wird, weil die abgespaltenen Partien in der Regel nicht funktionelle Selbständigkeit erlangen, habe ich bereits ausgeführt.

Vulpius verpflanzt z. B. am Fuß ohne Not Teile vom Gastrocnemius auf den antagonistischen Dorsalflektor, oder versieht mit Gastrocnemiusmasse gleichzeitig Supinatoren und Pronatoren und opfert damit diese wichtigsten Fußfunktionen.

Von den 116 Operationsplänen, die Vulpius für Fußoperationen bei schlaffen Lähmungen gibt, kann ich nur wenige als zweckentsprechend anerkennen, wenn man nicht bloß normale Fuß form, sondern gleichzeitig auch normale Fuß funktionen anstrebt.

Seine Operationspläne leiden außerdem daran, daß er nur mit 7 langen Fußmuskeln rechnet; in Wirklichkeit stehen aber am Fuß 9 Muskeln zur Verfügung. Von den Zehenbeugern berücksichtigt Vulpius den Flexor digitorum nur ausnahmsweise und den Flexor hallucis, der ebenso wie der Extensor hallucis auffallend häufig erhalten ist, niemals. Darunter leiden seine Operationspläne in verhängnisvollem Maße; denn wenn 5 Muskeln fehlen, sind nach Annahme von Vulpius nur noch 2 vorhanden, während in Wirklichkeit 4 zur Verfügung stehen. Und die weitere Folge dieses Irrtums ist, daß Vulpius schon bei einem Verlust von 5 Muskeln auf eine aktive Beweglichkeit des Fußes verzichtet, und die nach seiner irrtümlichen Annahme übriggebliebenen 2 Muskeln so zu verteilen sucht, „daß sie die durch allseitige Verkürzung erstrebte tendinöse Fixation des Sprunggelenkes möglichst im Gleichgewichte erhalten“.

In Wirklichkeit stehen aber noch 4 Muskeln zur Verfügung, und diese 4 Muskeln genügen, um die wichtigsten Fußfunktionen: Dorsal- und Plantarflexion, Supination und Pronation zu ermöglichen.

Die Operationspläne, nach denen ich **bei schlaffen Lähmungen des Fußes** vorgehe, lassen sich durch 3 schematische Bilder wiedergeben. Ich habe dieselben bereits auf dem II. Orthopädenkongreß vorgeführt und gebe im wesentlichen meine damaligen Ausführungen wieder:

I. Beschränkt sich die Lähmung auf 1—3 Muskeln, so stehen zum Ersatz der Extensor hallucis oder Flexor hallucis oder ein Peroneus zur Verfügung; denn bei diesen Muskeln kann man unbedenklich auf die funktionelle Selbständigkeit verzichten. Ich kann unbedenklich, z. B. den Extensor hallucis zum Ersatz für einen wichtigen gelähmten Muskel verwenden, wenn ich den peripheren Stumpf des Extens. hallucis aufsteigend am Extensor digit. vernähe. Denn ein Bedürfnis für eine gesonderte Streckfähigkeit der großen Zehe besteht nicht.

Nehmen wir an, es sei der Tibialis anticus, der Extens. hallucis long. und der Extens. digit. gelähmt. Der Tibial. ant. wird durch den Flexor hallucis longus ersetzt, der Extens. hall. long. und der

Extens. digit. erhalten einen Peroneus gemeinsam; endlich wird der periphere Stumpf vom durchschnittenen Flexor hallucis an den Flexor digit. und der periphere Stumpf vom durchtrennten Peroneus an den stehen gebliebenen Peroneus aufsteigend vernäht.

Voraussetzung für diese Operation ist, daß die paralytischen Sehnen durch die Lähmung nicht allzusehr gelitten haben, und daß sie nicht zu dünn und morsch geworden sind; denn sonst müßte man von Benützung der gelähmten Sehnen überhaupt absehen und statt dessen die periostale Sehnenverpflanzung anwenden.

II. Wenn 4 von den langen Fußmuskeln fehlen, so verzichtet man auf die Beweglichkeit der Zehen. Das ist eine Funktion, die für den schuhbekleideten Kulturmenschen ganz nebensächlich ist, und von welcher die meisten von uns kaum Gebrauch machen. Man kann deshalb die Muskeln, die ausschließlich dafür dienen, wie den Flexor hallucis, Flexor digit. und Extens. hallucis, zum Ersatz für die gelähmten Muskeln unbedenklich verwenden, wenn man alle Muskeln, welche die Zehen bewegen — sowohl Beuger wie Strecker — wegnimmt. Eine von den beiden Gruppen allein darf aber nicht stehen bleiben, weil sonst Zehenkontrakturen entstehen, die sehr lästig werden können.

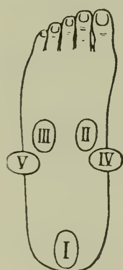


Fig. 207. Schema II für periostale Plastik (Lange).

Man hat also bei der Lähmung von 4 Muskeln noch 5 Muskeln für die wichtigeren Fußfunktionen übrig. In der Regel sind bei diesen ausgedehnten Lähmungen die paralytischen Sehnen so dünn und dehnbar, daß es sich im Interesse einer exakten Vernähung und der Zuverlässigkeit des Resultates empfiehlt, von der Benützung dieser paralytischen Sehnen abzusehen und statt dessen die wesentlich sicherere periostale Plastik anzuwenden.

An einem Schema (Fig. 207) lassen sich leicht die Punkte des Fußsklettes klarlegen, welche mit Muskelsubstanz versehen sein müssen. Es ist zunächst der normale Ansatzpunkt der Achillessehne, wo der Plantarflektor, der Gastrocnemius, anzugreifen hat. Dieser Punkt ist im Schema mit I bezeichnet. Die Punkte II und III bezeichnen die Angriffspunkte der Dorsalflektoren; II entspricht der Insertion des Tibial. anticus am 1. Keilbein. III kommt am gesunden normalen Fuß als Ansatzpunkt nicht vor; der Muskel, der daran angreifen muß, verläuft, ähnlich wie der Extens. digit., an der Vorderfläche des Unterschenkels herab. Er wirkt dorsalflektierend und gleichzeitig pronierend; in funktioneller Hinsicht gleicht er also einer Partie des Extens. digit., dem sogenannten Peroneus tertius; doch fehlt diese Muskelpartie schon bei gesunden Füßen sehr häufig vollständig; bei Lähmungen des Extens. digit. ist aber die Sehne des Peroneus tertius in der Regel so dünn, daß von ihrer Benützung immer abgeraten werden muß, und dringend gerade in diesem Punkte die periostale Sehnenverpflanzung zu empfehlen ist. Punkt IV bezeichnet die Insertion des Tibial. posticus, also desjenigen Muskels, welcher vorwiegend als Supinator wirkt. Punkt V endlich zeigt die Insertion des Peroneus brevis, des wichtigsten Pronators.

Diese 5 Knochenpunkte müssen mit lebender Muskelsubstanz versorgt werden. Zur Verfügung dazu stehen Flexor halluc., Flexor digit., Extens. hall. und ein Peroneus.

Wenden wir unser Schema jetzt auf eine Lähmung des Tibial. anticus, Extens. hall., Extens. dig. und Peron. longus an! Der Flexor hall. und Flexor digit. werden am Malleolus internus durchschnitten, durch das Spatium interosseum auf die Oberfläche des Unterschenkels verlagert und durch das mediale und laterale Fach des Ligament. cruciat. auf den Fußrücken geführt. Der Flexor hall. wird an Punkt II, der Flexor digit. an Punkt III festgenäht.

Einen so operierten Fuß kann der Patient gesondert dorsal- und plantarflektieren und nach Belieben supinieren und pronieren; das sind die Funktionen, die wir für den täglichen Gebrauch notwendig haben.

Wenn 5 Muskeln gelähmt sind, bleiben 4 zum Ersatz. Die Knochenpunkte, welche mit lebender Muskelsubstanz versehen werden müssen, sind dieselben wie bei dem vorhergehenden Schema; nur muß man in den Fällen, wo 5 Muskeln gelähmt sind, die Punkte II und III mit einem einzigen Dorsalflektor versehen. Wie man das macht, ist im Prinzip gleichgültig; man kann entweder den Dorsalflektor spalten, oder man kann von den ungespaltenen Muskeln eine seidene Sehne abzweigen. So lange 2 Muskeln da sind, die gesonderte Supination und Pronation bewirken, läßt sich bei einer Lähmung von 5 Muskeln eine Gebrauchsfähigkeit erzielen, die nicht wesentlich hinter der eines normalen Fußes zurücksteht.

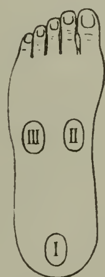


Fig. 208. Schema III für periostale Plastik (LANGE).

III. Haben wir nur 3 gesunde Muskeln zur Verfügung, so können auch nur 3 Knochenpunkte mit Muskelsubstanz versehen werden. Das sind die Punkte I, II und III (Fig. 208). Sind z. B. alle Muskeln gelähmt, mit Ausnahme des Gastrocnemius, Tibial. post. und des Peroneus brevis, so werden der Tibial. post. und Peroneus brevis in der Höhe des Knöchels durchschnitten, auf die Vorderfläche des Unterschenkels geführt, unter dem Lig. cruciat. durchgezogen und endlich der Tibial. post. an Punkt II, der Peroneus brevis an Punkt III festgenäht.

Sehr zu beachten ist, daß nicht etwa Muskeln stehen bleiben, welche an Punkt IV oder V angreifen. Diese Muskeln, die ausschließlich für Supination und Pronation da sind (Tibial. post., Peroneus longus und Peroneus brevis), müssen vollständig geopfert werden, weil sonst Kontrakturen im Sinne der Varus- oder Valgusstellung entstehen können.

Ein nach der beschriebenen Methode operierter Fuß wird durch den Gastrocnemius, der bei I inseriert, plantarflektiert; II und III bewirken die Dorsalflexion; II allein Dorsalflexion und Supination, I und II Plantarflexion und Supination. Die Pronation wird in derselben Weise durch III resp. I und III bewirkt. Es ist also immerhin noch gesonderte Plantarflexion und gesonderte Supination und Pronation möglich.

Patienten, bei denen eine solche Operation ausgeführt ist, können die wichtigsten Bewegungen des Fußes ausführen; sie lernen sicher und gut gehen. Doch macht sich nach meinen Erfahrungen die Einbuße an Muskelkraft dadurch geltend, daß der Fuß rascher ermüdet als ein Fuß, bei dem noch 4 oder 5 gesunde Muskeln zur Verfügung gestanden haben.

Wenn 7 Muskeln gelähmt und nur noch 2 Muskeln vorhanden sind, muß man in der Regel auf Supination und Pronation verzichten, während sich gesonderte Dorsalflexion und gesonderte Plantarflexion noch erreichen läßt, wenn die Punkte II und III von einem einzigen Muskel versorgt werden. So habe ich z. B. mit dem Gastrocnemius als Plantarflektor und mit dem Extens. hallucis als Dorsalflektor noch einen Fuß erzielt, bei dem aktive Dorsal- und Plantarflexion annähernd in halbem Umfange, aber selbstverständlich mit verminderter Kraft möglich war. Um die Unsicherheit, welche durch den Ausfall der selbständigen Supination und Pronation entsteht, auszugleichen, und um das Umknicken auf unebenem Terrain zu verhüten, muß man diesen Patienten besonders fest gebaute Stiefel und eine Einlage aus Celluloidstahldraht geben.

Bei den ganz schweren Lähmungen, bei denen 8 Muskeln zu Grunde gegangen sind und nur ein einziger erhalten ist, kann man selbstverständlich eine nennenswerte aktive Beweglichkeit des Fußes durch die Operation in der Regel nicht erwarten. Wenn ein kräftiger Gastrocnemius vorhanden ist, so kann man das mediale und laterale Drittel der Achillessehne abspalten, auf die Vorderfläche des Unterschenkels führen und mit Punkt II und III vernähen. Die 3 Muskeln, die auf diese Weise geschaffen sind, lernen nicht gesondert arbeiten; aber sie fixieren bei ihrer Kontraktion den Fuß in rechtwinkliger Stellung wie nach einer gut gelungenen Arthrodesenoperation.

Steht nur ein dünnerer Muskelbauch als der des Gastrocnemius zur Verfügung, so ist in der Regel nicht einmal ein solches Resultat zu erreichen. Zur Beseitigung von Kontrakturstellungen kann die Abspaltung und Verpflanzung eines Teiles von Nutzen sein; aber eine künstliche Versteifung des Fußgelenkes — sei es durch Arthrodesenoperation, sei es durch eine kleine Schieneneinlage aus Celluloidstahldraht — ist nicht zu umgehen.

Ich hoffe, daß diese Operationspläne, die sich mir bei mehreren hundert Operationen bewährt haben, auch bei anderen Chirurgen Zustimmung finden werden, und zwar ganz besonders deshalb, weil sie sich durch ihre Einfachheit vor den bisher gegebenen Operationsplänen auszeichnen.

Für den Arzt, der nicht Gelegenheit hat, an jedem Tag eine Sehnenverpflanzung auszuführen, besteht entschieden ein Bedürfnis nach einfachen Operationsplänen; denn man erhält volle Klarheit über die Muskelbeschaffenheit in der Regel erst während der Operation, und kann erst dann den Operationsplan aufstellen. Wenn wirklich die 116 Operationspläne, die Vulpius empfiehlt, notwendig wären und sich der Operateur während der Operation den geeigneten Plan unter diesen 116 aussuchen müßte, so wäre das weder im Interesse des Arztes, noch in dem des Patienten.

Dadurch, daß sich die einfachen Operationspläne schneller aussuchen lassen, haben sie vor den komplizierten Plänen den weiteren Vorzug, daß die Operationszeit eine kürzere ist; die Aussichten auf eine glatte, ideale Heilung sind besser, und die Gefahr einer sekundären Wundinfektion wird wesentlich verringert durch die kürzere Dauer der Operation, wie Schanz richtig hervorgehoben hat.

Am Knie handelt es sich fast stets um den Ersatz des Quadriceps, der sehr häufig gelähmt ist, und dessen Verlust um so empfind-

licher für den Patienten ist, als die Steh- und Gehfähigkeit in der Regel außerordentlich beeinträchtigt wird. Die meisten Patienten, welche an einer Quadricepslähmung leiden, können nicht gehen ohne eine künstliche Versteifung des Knies durch eine Maschine, und gerade solche Patienten von der großen Maschine zu befreien, ist eine außerordentlich dankbare Aufgabe.

Wenn die Beuger erhalten sind und wenn ein kräftiger Gastrocnemius vorhanden ist, wie das bei den meisten Quadricepslähmungen der Fall ist, so empfiehlt es sich, den Biceps, Semitendinosus und Semimembranosus nach vorn zu verpflanzen, durch seidene Sehnen zu verlängern und die gemeinsame Sehne an der Tuberositas tibiae zu befestigen.

Es empfiehlt sich, möglichst alle 3 Muskeln zum Ersatz heranzuziehen, weil diese 3 Muskeln unter normalen Verhältnissen gleichzeitig arbeiten und weil die Patienten — wie ich schon ausgeführt habe — schwer lernen, den Semitendinosus gesondert vom Semimembranosus zu kontrahieren.

Ist der Gastrocnemius gelähmt, so muß man aber diese Schwierigkeiten mit in Kauf nehmen und — um einen Beuger des Unterschenkels zu erhalten — den Semimembranosus zurücklassen.

Die Verpflanzung der Beuger zum Ersatz des Quadriceps hat bisher die besten funktionellen Resultate ergeben. Zum Teil mag das darauf beruhen, daß diese Muskeln in der Regel sehr gut erhalten sind, zum Teil aber ist der gute Erfolg auch darauf zurückzuführen, daß durch diese Verpflanzung die meist bestehenden Beugekontrakturen am rationellsten bekämpft werden. Endlich dürfte auch der neue Muskel, der geschaffen wird, und welcher gleichzeitig Knie- und Hüftgelenk streckt, für den Gebrauch beim Stehen und Gehen fast zweckentsprechender sein als der normale Quadriceps, welcher das Kniegelenk streckt, aber das Hüftgelenk beugt.

Sind die Beuger durch die Lähmung ebenfalls zerstört, so ist der Tensor fasciae und der Sartorius, die beide häufig erhalten sind, zum Ersatz des Quadriceps zu verwenden. Solche Verpflanzungen sind schon in den Jahren 1895—1897 von GOLDTHWAIT ausgeführt worden. GOLDTHWAIT nähte die beiden Muskeln direkt oberhalb der Patella am Quadriceps an.

Es mag vorkommen, daß der Quadriceps fest genug ist, — namentlich wenn nur Parese, aber nicht völlige Paralyse besteht — um einer Naht einen sicheren Halt zu gewähren. Im allgemeinen ist aber nach den übereinstimmenden Beobachtungen von KRAUSE, VULPIUS und mir der gelähmte Quadriceps so morsch und mürbe, daß eine exakte Vernähung an demselben unmöglich ist. KRAUSE hat deshalb die Patella angebohrt und die Sehnen am Knochen befestigt; VULPIUS vernäht neuerdings am Periost der Patella; im allgemeinen dürfte aber die Vernähung am Periost der Tibia die zuverlässigsten Resultate ergeben; denn der neue Muskel soll nicht die Patella hochziehen, sondern er soll den Unterschenkel strecken. Ist das Ligament. patellae inf. schlaff und dünn, wie es bei Quadriceps-Lähmungen häufig vorkommt, so wird durch eine Vernähung an der Patella das Resultat der ganzen Operation in Frage gestellt.

Daß man bei Quadricepslähmungen kein Bedenken zu haben braucht, den kraftspendenden Muskel durch seidene Sehnen zu verlängern und auf diese Weise stets die Vernähung an der Tibia

zu ermöglichen, glaube ich durch meine Resultate bewiesen zu haben.

Muskeln, die entgegengesetzte Bewegung im Hüftgelenk bewirken, wie z. B. den Biceps, welcher ein Strecker und den Sartorius, welcher ein Beuger ist, gleichzeitig zum Ersatz des Quadriceps zu verwenden, dürfte sich im allgemeinen nicht empfehlen. Nur im äußersten Notfall halte ich eine solche Kombination von Muskeln für zulässig.

Ueber Operationen an der **Hand** und am **Vorderarm** liegen zur Zeit noch zu wenige Erfahrungen vor, als daß heute schon sichere Operationspläne aufgestellt werden können. Wenn ich trotzdem analog zu meinen Operationsplänen für den Fuß auch solche für die Hand aufstelle, so ist das als ein Versuch zu betrachten, und ich muß mir vorbehalten, auf Grund weiterer Erfahrungen eventuell später Aenderungen in meinen Vorschlägen vorzunehmen.

Sind nur wenige Muskeln gelähmt, so stehen als minderwichtige Muskeln der Palmaris longus, der Brachio-radialis, ein Extensor carpi radialis und der Extensor proprius digiti II und V zur Verfügung.

Sind mehr als 5 Muskeln gelähmt, so muß auf die radiale und ulnare Abduktion entweder der Strecker des Handgelenkes oder der Beuger verzichtet werden.

Wenn man gezwungen ist, z. B. den Flexor digitorum sublimis durch den Flexor carpi ulnaris zu ersetzen, so muß vom Flexor carpi radialis eine seidene Sehne zum Os piriforme abgezweigt werden, damit die Hand in Mittelstellung palmarflektiert werden kann.

Bei ausgedehnteren Lähmungen ist auf die radiale und ulnare Abduktion vollständig zu verzichten, und es ist sowohl Streckung wie Beugung der Hand nur durch je einen Muskel zu bewerkstelligen.

Bei ganz schweren Lähmungen endlich kann man weiteres Muskelmaterial bekommen, wenn man auf die Beweglichkeit der Hand überhaupt verzichtet, und die Hand in Mittelstellung entweder durch die Arthrodese oder durch künstliche Gelenkbänder versteift.

Man bekommt dann sämtliche Muskeln, welche sonst die Hand bewegen, für die Bewegung der Finger und des Daumens, welche für den täglichen Gebrauch am wichtigsten sind, zur Verfügung.

Wenn man eine Hand, deren Finger absolut unbrauchbar waren, dahin bringt, daß mit den Fingern und dem Daumen Gegenstände erfaßt und gehalten werden können, so ist ein solches Resultat nicht zu teuer erkauft durch die Opferung der Handbewegungen.

Am meisten Schwierigkeiten wird der Ersatz der kleinen, aber sehr wichtigen Interossei lumbricales machen, und unsere Hoffnung auf den Ersatz dieser Muskeln würde sehr gering sein, wenn sich nicht die Aussicht bieten würde, durch seidene Sehnen und periostale Vernähungen Muskeln des Vorderarmes zum Ersatz dieser kurzen Fingermuskeln heranziehen zu können.

Die Schwierigkeiten der Sehnenverpflanzung an der Hand sind sicher wesentlich größer als am Fuße; aber es wäre wohl der größte Triumph, den die Sehnenverpflanzung bisher gefeiert hat, wenn es gelänge, den vielen jetzt absolut unbrauchbaren Händen der Patienten, die eine schwere Encephalitis durchgemacht haben, eine annähernd normale Gebrauchsfähigkeit wiederzugeben.

Für **Ellbogen-** und **Schultergelenke** lassen sich zur Zeit noch keine Regeln anstellen.

IV. Die Resultate.

Zur Erzielung eines guten Resultates bei einer Sehnenverpflanzung müssen viele Bedingungen erfüllt werden.

Zunächst muß eine exakte Diagnose der Muskellähmung gestellt und der Operationsplan zweckentsprechend entworfen werden, dann muß die Technik der Verpflanzung und Vernähung und besonders auch der Asepsis völlig einwandsfrei sein.

Große Bedeutung hat auch die Wahl der Stellung, in der das operierte Glied fixiert wird, und endlich muß der Gipsverband sehr sorgfältig angelegt werden.

Denn ein Decubitus an einer kritischen Stelle, z. B. an einer Periostwunde bei der periostalen Vernähung, kann das Resultat der ganzen Operation vernichten.

Sind die mit der Operation unmittelbar verknüpften Schwierigkeiten glücklich überwunden, so muß jeder Tropfen Sekret, der etwa an dieser oder jener Wunde noch abgesondert wird, sorgfältig beachtet werden, und der Patient darf in der Regel nicht eher aus der Klinik entlassen werden, als bis die Wunden vollständig vernarbt sind.

Nach der Verbandabnahme besteht die hauptsächlichste Gefahr darin, daß durch unvorsichtige Bewegungen die verpflanzten Sehnen überdehnt werden. Durch Nachtschienen, Einlagen und durch die allmähliche Freigabe des operierten Gliedes muß einem solchen Ereignis vorgearbeitet werden.

In der Beachtung dieser zahlreichen scheinbaren Kleinigkeiten gibt sich die Erfahrung des Chirurgen kund, und nur, wer alle diese Klippen beachtet und glücklich überwindet, wird Vertrauen zu der Operation der Sehnenverpflanzung gewinnen und Freude an seinen Erfolgen haben.

Im Anfange würdigte man die Wichtigkeit eines guten Verbandes und der Nachbehandlung nicht genügend, und deshalb waren die Erfolge der ersten Sehnenverpflanzungen, die in den 80er Jahren ausgeführt wurden, wenig befriedigend. Die weitere Folge davon war, daß der jungen Operation zunächst wenig Vertrauen entgegengebracht wurde. In den 90er Jahren wurden die Resultate wesentlich besser, und heute stehen sie auf einer solchen Höhe, daß bei gewissen Formen von Lähmungen wohl schon heute das erreicht wird, was überhaupt je erzielt werden kann.

Namentlich gilt das von denjenigen Funktionsverlusten, die durch traumatische Zerstörung einer Sehne oder durch die schlaffen Lähmungen, durch Leitungsunterbrechung im Verlauf der peripheren Nerven und durch die Poliomyelitis hervorgerufen sind.

Weniger befriedigend sind zur Zeit noch die Resultate bei spastischen Lähmungen. Das erklärt sich, wie ich schon ausgeführt habe, aus den Schwierigkeiten, welche die Aufstellung des Operationsplanes bei diesen Lähmungen bereitet und aus der begreiflichen Zurückhaltung, welche die Chirurgen diesen schwierigen Problemen gegenüber bisher beobachtet hatten. Die Zahl der Sehnenverpflanzungen, die bei diesen mit Krämpfen komplizierten Lähmungen bisher ausgeführt worden sind, genügt noch nicht, um ein endgültiges Urteil über den Wert unserer Operation für diese Zustände zu fällen, und die Erfolge der Operation bei diesen Leiden müssen deshalb ge-

sondert von denen bei Sehnenzerstörung und bei schlaffen Lähmungen besprochen werden.

1. Die Resultate bei Sehnenzerstörungen und schlaffen Lähmungen.

Es ist von vornherein klar, daß bei den Funktionsverlusten, welche nicht durch Spasmen kompliziert sind, der Erfolg der Sehnenverpflanzung abhängt

1) von der Wichtigkeit der zu Grunde gegangenen Muskelfunktion,
2) von der Zahl der Muskeln, die zu Grunde gegangen sind.

Wenn z. B. am Fuße nur der Extensor digitorum gelähmt ist und infolgedessen ein Pes equino varus entstanden ist, so ist eine annähernde Wiederherstellung normaler Verhältnisse zu erwarten. Durch das Redressement ist eine normale Fußform zu schaffen und durch Verpflanzung des gesunden Extensor hallucis auf den Extensor digitorum ein Rezidiv mit Sicherheit zu verhüten.

Das einzige, was solchen Fällen in formeller Beziehung noch bleibt und die Erinnerung an die ehemalige Deformität wachhält, ist ein geringerer Umfang der Wade und eventuell eine Wachstumsverkürzung der Extremität, falls die Operation erst viele Jahre nach Eintritt der Lähmung vorgenommen wird.

Aber nicht nur in formeller, sondern auch in funktioneller Hinsicht ist bei solchen beschränkten Lähmungen eine Heilung zu erwarten. Die normalen Fußbewegungen, die Supination und Pronation, Dorsal- und Plantarflexion können in vollem Umfange und nach jahrelanger Uebung auch mit normaler Kraft ausgeführt werden. Die Zirkulationsverhältnisse werden normale; der Fuß, der in der Regel vor der Operation blaurot und kalt war, bekommt dieselbe Temperatur wie der normale Fuß, und die Patienten geben fast immer mit denselben Worten ihrer Freude Ausdruck, daß in dem Fuß, der vorher wie ein totes Gebilde an ihrem Beine hing und sie beim Gehen mehr hinderte als förderte, wieder das Leben zurückgekehrt sei.

Der Pes equino-varus, der durch Lähmung des Extensor digitorum entstanden ist, stellt das leichteste Objekt für die Sehnenverpflanzung dar. Weniger einfach gestaltet sich die Operation, wenn gleichzeitig auch noch die Peronei gelähmt sind. Doch lassen sich in der Regel auch bei diesen Lähmungen noch ideale Heilungen erzielen.

Schwieriger wird schon die Aufgabe, wenn die Supinatoren, Tibialis anticus und posticus gelähmt sind und dadurch ein Pes valgus entstanden ist. Denn nach Entfernung des Verbandes befördert die Belastung des Fußes die Neigung zum Rezidiv, während umgekehrt beim Pes varus die Belastung des Fußes dem Rezidiv entgegenwirkt. Doch lassen sich diese Schwierigkeiten heute überwinden, wenn man bei dem paralytischen Pes valgus darauf sieht, daß kräftige Muskeln zum Ersatz des Tibial. ant. und post. benutzt werden, wenn der Fuß in starker Varusstellung eingegipst wird, und wenn endlich noch mehrere Jahre lang nach der Operation Plattfußeinlagen aus Celluloidstahldraht und Nachtschienen benutzt werden.

Eine gut gelungene Sehnenverpflanzung dieser Art verschafft dem Arzt in der Regel sehr dankbare Patienten; denn gerade Patienten, die an paralytischem Pes valgus leiden, sind in ihrer Gehfähigkeit meist sehr behindert und können nach der Operation oft das 20 und 30fache an Wegen leisten als vor der Operation.

Erstreckt sich die Lähmung am Fuße auf 4—5 oder 6 Muskeln, so ist eine völlige Wiederherstellung normaler Verhältnisse nicht mehr zu erwarten. Eine normale Fußform und auch eine normale Beweglichkeit des Fußes läßt sich mit den Operationsplänen, die ich eben empfohlen habe, an solchen Füßen noch erzielen; an Kraft bleiben sie aber stets hinter gesunden Füßen zurück.

Sind nur noch 2 Muskeln am Fuß erhalten, so ist sehr viel erreicht, wenn man annähernd normale Fußform erzielt oder die Dorsal- und die Plantarflexion in beschränktem Umfange ermöglicht wird.

Und ist nur noch ein einziger Muskel, wie z. B. der Gastrocnemius, vorhanden, so muß man schon damit zufrieden sein, wenn durch die Sehnenverpflanzung die Deformität beseitigt und ein sicheres Gehen ohne große Maschine erzielt wird. Eine aktive Beweglichkeit habe ich bisher nie bei solchen Füßen wiederkehren sehen. Trotzdem ist auch bei solchen schwer gelähmten Füßen der Nutzen der Sehnenverpflanzung hoch anzuschlagen, da solche Patienten in der Regel vor der Operation über die herabhängende Fußspitze stolpern und ganz unsicher zu gehen pflegen.

Bei den Operationen, die bisher am Knie ausgeführt worden sind, handelte es sich stets um Lähmungen des Quadriceps. Diesen ungemein kräftigen und beim Gehen und Stehen besonders wichtigen Muskel zu ersetzen, war keine leichte Aufgabe. Und wenn auch aus den Jahren 1895—1897 zwei erfolgreiche Quadricepsverpflanzungen von Goldthwait durch Benutzung der alten Methode (Sehne auf Sehne) erzielt worden sind, so verdanken wir doch die Mehrzahl der in den letzten 5 Jahren erzielten Erfolge der Einführung der periostalen Methode.

Der Grad des Erfolges hängt bei dieser Lähmung in erster Linie von dem Zustande der Ersatzmuskeln ab. Gerade bei der Lähmung des Quadriceps ist die Zahl der zur Verfügung stehenden Muskeln nicht groß, und man ist häufig in der Zwangslage, Muskeln zum Ersatz zu verwenden, die selbst durch die Krankheit gelitten haben. In solchen schweren Fällen bleibt auch stets das Resultat hinter unseren Wünschen zurück, und man darf zufrieden sein, wenn z. B. bei Benutzung von Beugemuskeln — die nur zur Hälfte aus gesundem roten Muskelfleisch, zur anderen Hälfte aber aus grauen oder gelben degenerierten Fasern bestehen — die Patienten dahin kommen, daß sie in Seitenlage den Unterschenkel strecken können.

Dagegen ist bei solchem Muskelbefund nicht zu erwarten, daß die geschwächten und geschädigten Ersatzmuskeln so viel Kraft liefern, daß sie das Gewicht des Unterschenkels heben und das frei gehaltene Bein zur Horizontale strecken können.

Trotzdem haben in der Regel die Patienten den Nutzen von der Operation, daß sie ohne Maschine sicher gehen lernen.

Es ist bereits oben erwähnt, daß ein Teil dieses Erfolges auf die zweckmäßige Anwendung der Muskulatur zu schieben ist, wenn die Beuger auf den Quadriceps verpflanzt werden und wenn dadurch ein Muskel geschaffen wird, der gleichzeitig das Hüftgelenk und das Knie-

gelenk streckt, eine Bewegung, die gerade zur wichtigsten Phase des Ganges gebraucht wird.

Sind die zur Verpflanzung kommenden Muskeln vollständig gesund, so wird eine Leistungsfähigkeit des neuen Muskels erzielt, die annähernd der des normalen Quadriceps entspricht. Die Patienten lernen den Unterschenkel vollständig frei horizontal halten. Nur in einer Beziehung besteht nach meinen Beobachtungen noch eine Abweichung von der Norm — in der Spannung. Trotzdem ich mich stets bemühe, bei diesen Sehnenverpflanzungen die stärkste Spannung zu geben, die mir erlaubt erscheint, ohne Nekrose der Sehne befürchten zu müssen, ist es mir noch nicht gelungen, eine völlig normale Spannung beim Quadricepsersatz herzustellen. Die Folge davon ist, daß die Patienten — um den Unterschenkel frei horizontal halten zu können — das Knie leicht beugen müssen, wie Fig. 209 zeigt.



Fig. 209. Streckfähigkeit nach einer Quadricepsplastik (Lange).

Bei dieser Stellung wird der neue Muskel passiv angespannt und auf diese Weise das Minus an aktiver Spannung ersetzt.

Trotz dieses Mankos ist der Nutzen einer solchen Quadricepsplastik für die Patienten ein ganz gewaltiger. Sie lernen nicht nur überhaupt frei stehen und ohne Maschine gut gehen, sondern sie erlangen auch eine ganz erstaunliche Ausdauer im Gehen.



Fig. 210a. Derselbe Patient wie in Fig. 210b mit gebeugtem Knie.



Fig. 210b. Streckfähigkeit nach einer Quadricepsplastik (Lange).

Ein Beispiel bietet der 18-jährige Patient, dessen Bild ich in Fig. 210a und b wiedergebe (bereits beschrieben in der Deutschen Zeitschrift für

orthopädische Chirurgie). Er konnte vor der Operation mit seiner Maschine, die das Kniegelenk versteifte, nur $^1/_4$ Stunde gehen und $^3/_4$ Jahr nach der Operation konnte er ohne Maschine Spaziergänge von 4 Stunden machen.

Eine 26-jährige Patientin, bei der außer der Quadricepslähmung eine völlige Lähmung sämtlicher Fußmuskeln und des Glutaeus med. und minimus bestand, konnte vor der Operation mühselig nur $^1/_2$ Stunde gehen mit einem Apparat, welcher das gelähmte linke Bein völlig fixierte und gleichzeitig den ganzen Rumpf einschloß. Durch die Quadricepsplastik, bei der Biceps und Semitendinosus nach vorn verpflanzt und durch eine seidene Sehne mit dem Periost der Tibia verbunden wurden, wurde erreicht, daß Pat. den freien Unterschenkel bis zu 45° erheben konnte. Sie wurde von ihren Apparaten befreit, brauchte nur noch eine kleine Schieneneinlage aus Celluloidstahldraht zu benutzen und vermochte $1^1/_2$ Jahr nach der Operation mehrere Stunden zu gehen. Wie groß die Sicherheit beim Gehen geworden ist, geht am besten aus der Tatsache hervor, daß sie in ihrer gebirgigen Heimat lernte, Berge von ca. 1000 m zu besteigen, die sie zeitlebens nur von unten gesehen hatte, und daß sie selbst an Jagden, wo die Terrainschwierigkeiten besonders groß sind, teilnehmen konnte.



Fig. 211. Streckfähigkeit nach einer Quadricepsplastik (Lange).

Der Einfluß dieser gesteigerten Gehfähigkeit rief auch eine gewaltige Veränderung in psychischer Hinsicht hervor. Vor der Operation litt Pat. unter ihrem Leiden so, daß sie jedes Jahr wegen schwerer hysterischer Krämpfe eine Nervenheilanstalt hatte aufsuchen müssen. Durch den guten Erfolg der Operation ist sie aber so glücklich, zufrieden und heiter geworden, daß die hysterischen Zustände, unter denen sie früher so gelitten hatte, bisher vollständig ausgeblieben sind.

Noch höher ist der Erfolg der Quadricepsplastik bei ganz schweren Lähmungen zu schätzen, wenn durch dieselbe Patienten überhaupt erst zum Stehen und Gehen gebracht werden. Charakteristische Beispiele habe ich bereits früher in der Münch. med. Wochenschrift 1900 und 1901 mitgeteilt.

Es handelt sich um einen 15-jährigen Knaben, der infolge seiner Quadricepslähmung und verschiedener Kontrakturen, 11 Jahre seines Lebens nicht zum Stehen und Gehen gekommen war, und der durch die Verpflanzung des Biceps und Semitendinosus nach vorn ohne Apparate gehen und stehen lernte. Die Haltung des Beines, die nach der Operation selbständig möglich war, zeigt Fig. 211.

Die angeführten Beispiele dürften zur Genüge den hohen Wert der Sehnenverpflanzung am Kniegelenk zeigen.

An der oberen Extremität sind die schlaffen Lähmungen viel seltener als am Bein und die Zahl der Operationen dementsprechend viel geringer.

Befriedigende Erfolge sind vor allem bei Lähmung des Extensor digitorum durch Rochet mitgeteilt. Der Ersatz des Extens. digit. durch den Flexor carpi ulnaris ist von Frank und Hoffa angestrebt worden. Mikulicz hat bei derselben Lähmung zunächst den Extens. carpi rad. longus als Ersatzmuskel verwendet und — als auf diese Weise keine Dauerresultate erzielt worden waren — bei einer zweiten Operation den Supinator long. noch überpflanzt.

Die Kasuistik ist zu klein, als daß die Aussichten, welche die Sehnenverpflanzung an den oberen Extremitäten bietet, sicher abgegrenzt werden könnten.

2. Resultate bei spastischen Zuständen.

Das Gleiche gilt von den Resultaten der Sehnenverpflanzung bei spastischen Lähmungen. Ueber die Schwierigkeiten bei Aufstellung des Operationsplanes und über die Gefahr, daß man leicht zu viel von den spastisch affizierten Muskeln verpflanzt, habe ich bereits oben gesprochen.

Ich selbst habe die besten Resultate bisher bei den Littleschen Spitzklumpfüßen erzielt, welche durch Lähmung des Extens. digit. entstanden waren.

Außer bei dem Pes equino varus hat Vulpius auch bei spastischem Pes equino valgus mit gutem Erfolge die Sehnenverpflanzung vorgenommen.

Endlich ist bei der spastischen Beugekontraktur des Kniegelenkes, für welche ich bereits oben die Sehnenverpflanzung warm empfohlen habe, von Codivilla (1 Fall von cerebraler Kinderlähmung) und von mir (3 Fälle von Littlescher Krankheit) ein positives Resultat erzielt worden.

Alle die bisher bei Spasmen erzielten Resultate der Sehnenverpflanzung sind als ein Anfang zu betrachten, und es besteht begründete Hoffnung, daß wir die Schwierigkeiten, die jetzt noch unsere Erfolge bei diesem Leiden beeinträchtigen, durch die größere Erfahrung überwinden lernen.

Ueber die anatomischen Vorgänge, die sich bei einer Sehnenverpflanzung abspielen, liegt zur Zeit nur wenig Material vor. Ich stimme Vulpius vollkommen zu, daß die Veränderungen verhältnismäßig gering sind, die man gelegentlich späterer Nachoperationen makroskopisch wahrzunehmen Gelegenheit hat. Die ehemals gelähmte und mit neuer Muskelkraft versehene Sehne sieht nicht viel anders aus als bei der ersten Operation; sie ist trüb-gelblich und unterscheidet sich deutlich von den bläulich-weißen, glänzenden, gesunden Sehnen der Nachbarschaft.

Die verpflanzte Sehne sieht in der Regel an ihrer Oberfläche wie eine Narbe im Nachbarstrange aus; eigentliche Sehnenscheidenbildungen hat weder Vulpius noch ich beobachtet.

Ueber die mikroskopischen Veränderungen haben Hoffa, Borst und Seggel Untersuchungen angestellt. Nach der Hoffaschen Schilderung wird die Narbe, die bei einer Sehnenverpflanzung

entsteht, einerseits vom Sehnengewebe selbst, andererseits vom Peritenonium int. und extern., sowie vom peritendinösen Bindegewebe gebildet. In die junge Narbe strahlen zahlreiche Bündel neugebildeter Sehnenfasern ein.

Der Charakter der Narbe ist zunächst bindegewebeartig, gewinnt aber allmählich immer mehr die Beschaffenheit des Sehnengewebes.

Die histologischen Vorgänge bei einer Sehnenverpflanzung gleichen also soweit der Heilung einer Tenotomiewunde. Eine Besonderheit ist nur durch die Seidennaht gegeben. An der Stelle, wo der Faden die Sehne abschnürt, tritt eine Degeneration der umfaßten Sehnenbündel ein, und es entwickeln sich Degenerationsprozesse, die sich in Kernschwund, Ausstoßung und hämogener Quellung der Fasern äußern.

In diesen degenerierten Partien wandern dann Leukocyten und Wanderzellen ein und helfen Bindegewebe aufbauen, das sich später in sehniges Gewebe umwandelt.

D. Die Behandlung von Sehnendefekten.

Der Ersatz von Sehnendefekten ist, ebenso wie die Sehnenverpflanzung, eine Operation der letzten Jahrzehnte.

Zum ersten Mal hat Anger 1875 eine Plastik zur Ausfüllung eines Sehnendefektes ausgeführt, indem er die Sehnenstümpfe des Extens. digitorum, die auseinandergewichen waren und nur bis auf 2 cm genähert werden konnten, durch eine Silberdrahtschlinge mit Erfolg vereinigte.

Als eigentlicher Vater der Operation muß aber Gluck bezeichnet werden, der seit dem Jahre 1882 unermüdlich sich bemühte, eine experimentelle Grundlage für diese Sehnenplastik zu schaffen.

Als seine Versuche am Tier geglückt waren, führte er die Operation mit teilweise gutem Erfolge an Patienten aus, bei denen durch Traumen oder Entzündungen Sehnen zu Grunde gegangen waren.

Sein Vorgehen fand aber nur ganz vereinzelte Nachfolger, und das Mißtrauen gegen diese Operation war allgemein unter den Chirurgen verbreitet, als ich im Jahre 1899 zum ersten Male künstliche Sehnen aus Seide bei Lähmungen benutzte und damit ein neues und weites Feld für diese Plastik eröffnete.

Man kann auf dreierlei Weise Sehnendefekte ausfüllen:

1) Man kann entweder Sehnenmaterial von demselben Patienten benutzen.

So hat Czerny 1882 den Defekt einer zerrissenen Sehne des Extens. hallucis longus mit Erfolg ausgefüllt, indem er ein Stück vom peripheren Stumpf derselben Sehne in die Lücke einheilen ließ. Bouglé benutzte zur Ausfüllung eines Defektes bei dem Extensor des Daumens Sehnenstücke vom Abductor poll. und Radial. externus.

2) Oder man kann die Sehnenlücke durch Einheilung von Tiersehnen schließen.

Das haben auf die Empfehlung von Gluck hin Helferich 1882, Peyrot 1886, Monot 1887 mit Erfolg getan. Die beiden ersten heilten bei ihren Patienten Sehnen von Hunden, der letztere eine Kaninchensehne ein.

3) kann man endlich zur Ausfüllung von Sehnendefekten totes Material verwenden.

Anger benutzte, wie bereits erwähnt, Silberdraht; Gluck empfahl Catgut-Seidenzöpfe, dieselbe Methode wurde von Wölfler ausgeübt. Kümmell heilte Seide ein und Dawbarn füllte den Defekt durch Silkworm aus — ein Material, das bereits 1893 von Petersen auf Grund eines Tierexperimentes empfohlen war.

Mit Ausnahme von Gluck hat jeder der genannten Autoren nur eine oder einige wenige Operationen ausgeführt. Gluck dagegen konnte 1892 über eine Reihe von 19 Operationen berichten. Bei 12 seiner Patienten handelte es sich um Phlegmonen, bei 4 Fällen um Sehnenverletzungen, bei 3 Patienten um andere Leiden.

Einzelne Zöpfe waren 20 cm lang. Ein Patient, den Gluck vorstellte, war schon vor 8 Jahren operiert; die meisten Operationen waren aber erst in den letzten Monaten vor der Veröffentlichung der Plastik ausgeführt. 3mal hat Gluck die Ausstoßung des Catgutfadenzopfes erlebt.

Wie der Bericht von Gluck auf dem Chirurgenkongreß 1890, so wurde auch seine 1892 erschienene Arbeit von den deutschen Chirurgen nicht mit dem Interesse aufgenommen, das sie verdient hatten. Allgemein befürchtete man, daß die künstlichen Sehnen über kurz oder lang zur Ausstoßung kommen müßten.

Nur Wölfler (1887), Schreiber (1892) und Kümmell (1893 und 1896) wandten das Glucksche Verfahren bei Sehnendefekten an.

Als ich im Jahre 1899 meine Operationen mit künstlichen Sehnen begann, waren mir die Gluckschen Operationen aus Referaten bekannt. Im Jahre 1892, als Gluck seine Erfahrungen veröffentlichte, hatte ich dieselben mit dem gleichen Mißtrauen aufgenommen wie fast alle deutschen Chirurgen. Ich habe dann aber später bei meinen Sehnenverpflanzungen in den Jahren 1896—99 die Erfahrung gemacht, daß Seidenstränge, mit denen ich die Sehne in der Ausdehnung von 3—5 cm durchflocht, reaktionslos einheilten, und daß die so gefürchteten Fadenabscesse bei der von mir angewandten Methode der Wundversorgung nicht eintreten. Diese Beobachtungen stärkten mein Vertrauen zur künstlichen Sehne. Ich sagte mir, wenn kurze Stückchen Seide einheilen, müssen auch längere Seidenstränge zur Einheilung gebracht werden können, und es muß auf diesem Wege möglich sein, dem Zwang auszuweichen, der dem Operateur bei Sehnenverpflanzungen durch die natürliche Länge oder vielmehr Kürze der kraftspendenden Sehne auferlegt wird.

Die ersten Fälle, bei denen ich die künstliche Sehne anwandte, betrafen alle Quadricepslähmungen, bei denen wir mit den bis dahin üblichen Methoden einen Erfolg in der Regel nicht erzielt hatten.

Und als ich bei dieser schwierigen Aufgabe — dank der künstlichen Sehnen — unerwartet gute Resultate erzielte, schwand mein Mißtrauen gegen die junge Operation ganz. Ich habe in den letzten 5 Jahren weit über 200 seidene Sehnen eingeheilt und glaube deshalb auf Grund dieser Erfahrungen über die **Technik** dieser Plastik schon heute gewisse Grundsätze aufstellen zu dürfen.

Daß die Asepsis bei der Einsetzung von künstlichen Sehnen ebenso peinlich wie bei der Sehnenverpflanzung zu wahren ist, bedarf keiner Worte.

Die Schwierigkeit, Seide dauernd dem Körper einzuverleiben, liegt meines Erachtens darin, daß in den Seidensträngen schwerer die Flüssigkeiten zirkulieren können als in den tierischen Geweben. Die Seidenstränge saugen sich selbstverständlich mit Gewebsflüssigkeit voll, aber sie geben sie schwer wieder ab, die Flüssigkeit stagniert in den Maschen des Seidenstranges; denn sie ist dem an und für sich geringen Druck, der in den Lymphspalten herrscht und der die Lymphe langsam vorwärts schiebt, mehr oder weniger entzogen, und deshalb findet innerhalb des Seidenstranges nur sehr langsam eine Erneuerung der Flüssigkeit statt. Die lebende Gewebsflüssigkeit enthält aber die Schutzstoffe des Körpers im Kampf gegen die Bakterien. Dringen Bakterien in den Seidenstrang ein, so finden sie in demselben einen außerordentlich günstigen Schlupfwinkel, wo sie unbehelligt von Schutzstoffen des Gewebes und der Gewebsflüssigkeiten sich vermehren und festsetzen können.

Diese Annahme wird durch klinische Erfahrungen bestätigt. Seide, die nur in Wasser abgekocht ist, heilt zunächst reaktionslos in aseptischen Wunden ein. Nach einiger Zeit entwickeln sich aber häufig Abscesse und führen eine Ausstoßung des Seidenfadens herbei. Diese Erfahrung hat schon Kocher bei der Verwendung von Seide zu Ligaturen gemacht, und ich habe dasselbe in der ersten Zeit bei meinen Sehnenverpflanzungen beobachtet, als ich die Seide nur in einfachem Wasser auskochte und bei meinen Operationen streng aseptisch, aber nicht antiseptisch verfuhr. Meine Resultate wurden aber mit einem Schlage wesentlich besser, als ich die Seide in Sublimat 1 : 1000 auskochte.

Die Imprägnierung mit Sublimat hindert die primäre Einheilung der Seide auch nicht; sie erschwert aber wahrscheinlich außerordentlich die nachträgliche Ansiedelung von Bakterien innerhalb der Seide, wenigstens für eine Zeit lang, und sie schafft, an Stelle der natürlichen Schutzkräfte des Organismus, die nicht genügend in die Seide eindringen können, einen künstlichen Schutz.

Wie lange die Seide die geringe Menge von Sublimat festzuhalten vermag, wissen wir zur Zeit nicht. Es ist anzunehmen, daß schließlich nach Monaten oder nach Jahren das Sublimat aus der Seide schwindet. Die klinischen Erfahrungen sprechen aber dafür, daß dann später das Fehlen des Sublimats unbedenklich ist.

Je mehr die seidenen Sehnen sich unter dem Einfluß der Funktion mit echtem Sehnengewebe umwachsen, desto mehr dringt — wie ich nachgewiesen habe — von allen Seiten das lebende Gewebe, die Blut- und die Lymphgefäße, in die Seidenstränge hinein; desto mehr Leben entsteht in dem toten Fremdkörper; desto günstiger werden die Zirkulationsverhältnisse in der Sehne und desto ungeeigneter wird sie als ungestörter Schlupfwinkel und als Brutstelle für die Bakterien.

Tatsächlich habe ich bei künstlichen Sehnen, die über ein Jahr funktioniert hatten und von lebendem Gewebe umwachsen waren, noch keinen Fall von Fadenabsceß und nachträglicher Ausstoßung erlebt.

Für die Praxis ergibt sich aus diesen Ausführungen, daß man die Seide für künstliche Sehnen nicht in einfachem Wasser, sondern stets in Sublimat 1 : 1000 auskochen muß.

Daß man in den weiteren aseptischen Vorsichtsmaßregeln nicht genug tun kann, daß man die Unbequemlichkeit der Gummihandschuhe und der Mundbinde in Kauf nehmen muß, habe ich bereits bei der Technik der Sehnenverpflanzung ausgeführt.

Auch an die Wichtigkeit der 48-stündigen temporären Drainage und an die Notwendigkeit, jeden Tropfen Sekret ernst zu nehmen und die Patienten nicht eher zu entlassen, als bis alle Wunden absolut geheilt sind, brauche ich nur zu erinnern.

Ich benutze stets Turner Seide[1]). Bei kräftigen, dicken Ersatzmuskeln und schwierigen Aufgaben nehme ich No. 12, bei dünnen Sehnen No. 6 oder auch No. 3.

Soll nur ein Defekt zwischen 2 Sehnen ausgefüllt werden, so durchflechte ich die peripheren und zentralen Sehnenenden mit doppeltem Faden, wie bei meiner Sehnennaht. Die künstliche Sehne besteht dann aus 4 Strängen. Die Stränge liegen parallel nebeneinander. Von einer Verflechtung der Sehnen zu einem Zopf — wie es GLUCK empfohlen hat — sehe ich absichtlich ab, um die Umspülung der einzelnen Seidenfäden durch Blut und Lymphe und die Umwachsung und Durchwachsung mit lebendem Gewebe möglichst zu erleichtern.

Bei der periostalen Sehnenverpflanzung gehe ich ähnlich vor, nur wird da selbstverständlich die Durchflechtung des peripheren Endes von der seidenen Sehne nicht im Sehnengewebe, sondern am Periost ausgeführt.

Wird nur eine kraftspendende Sehne benutzt, so besteht die künstliche Sehne aus 4 Seidenfäden. Werden aber z. B. bei der Quadricepslähmung 2 oder 3 Muskeln herangezogen, so setzt sich die Seidensehne aus 6—8 oder 12 Strängen zusammen.

Die Dicke und Länge der künstlichen Sehne halte ich für ganz gleichgültig, was die Einheilung anbelangt. Einzelne meiner Sehnen sind 20—25 cm lang. Die primäre Einheilung und die dauernde Erhaltung gelingt bei langen Sehnen ebenso gut wie bei kurzen, wenn man die Technik der Operation und des Verbandes beherrscht, und wenn man — wie ich immer hervorheben muß — für freien Abfluß des Wundsekretes sorgt.

Gerade bei seidenen Sehnen habe ich sehr häufig beobachtet, daß aus der Stelle der Wunde, wo der Sublimatdocht herausgeführt war, noch tage-, selbst wochenlang ein trübseröses oder hämorrhagisches Sekret abgesondert wurde, das wahrscheinlich durch Nekrose von Fett- oder Bindegewebspartien bedingt war.

Bei den meisten Wunden wird ein solches Sekret, das nach meiner Annahme nicht auf Wundinfektion beruht, völlig gleichgültig sein und allmählich resorbiert werden. In Wunden, in denen die Seide dauernd einheilen soll, kann ich die Zurückhaltung von Sekreten und das Eindringen derselben in die künstliche Sehne nicht für un-

1) Bezugsquelle: KATSCH, München, Schillerstraße.

bedenklich halten, und empfehle dringend die Methode der Wundversorgung, die sich mir bewährt hat, zunächst zu befolgen, bis einmal der Nachweis erbracht ist, daß man durch andere Methoden gleich gute oder bessere Resultate erzielt.

Ist die seidene Sehne glücklich eingeheilt, so entstehen Gefahren für dieselbe erst nach der Abnahme des Gipsverbandes. Ich habe durch Erfahrungen diese Gefahren — den Spannungs- und Knotendekubitus — kennen und würdigen gelernt, und ich wiederhole an dieser Stelle nur, was ich bereits auf dem II. Orthopädenkongreß ausgeführt habe.

Die Gefahr des Spannungsdekubitus besteht bei schweren paralytischen Spitzfüßen. Wenn z. B. alle Dorsalflektoren gelähmt sind und nur der Tibial. posticus und Peroneus brevis zur Verfügung stehen, so muß man diese Muskeln auf die Vorderfläche des Unterschenkels verlagern, durch seidene Sehnen verlängern und die künstlichen Sehnen unter starker Spannung am Fuß, unten am Naviculare und Cuboid. festnähen. Wenn dann der Verband entfernt wird, sinkt der Fuß, der Schwere folgend, herab und setzt die seidene Sehne in stärkste Spannung. Dabei kann es vorkommen, daß die Haut über dem Talocruralgelenk von der Seide hochgehoben und durchschnitten wird.

Diese Gefahr läßt sich aber vermeiden, wenn man nach der Operation eines solchen paralytischen Spitzfußes durch rücksichtsloses Redressement zunächst einen hochgradigen Hackenfuß schafft, und den Fuß in dieser Stellung eingipst. Wird der Verband dann nach 6—8 Wochen entfernt, so sinkt der Fuß ganz allmählich im Laufe von Monaten in die rechtwinklige Stellung hinab. Die künstlichen Sehnen werden dadurch gleichfalls nur ganz allmählich in Spannung versetzt und umwachsen sich gleichzeitig mit echtem Sehnengewebe, so daß die Durchschneidung der Haut unmöglich wird.

Eine zweite Gefahr für die seidene Sehne nach der Verbandabnahme bildet der Knotendekubitus. Wenn man z. B. eine seidene Sehne am Fuß bilden mußte und dazu 2 oder 4 Fäden Turner Seide No. 12 verwendet hat, so entsteht an der Stelle, wo die Fäden verknüpft werden, ein Knoten von mehreren Millimeter Dicke. Früher habe ich diesen Knoten stets am Periost gebildet. Ich habe aber 2mal erlebt, daß ein solcher Knoten, der eine unter der Haut fühlbare Prominenz bildet, nach der Verbandabnahme und nach der freigegebenen Benützung des Fußes die dünne Hautnarbe durchgerieben hat, so daß er dadurch frei in der Dekubituswunde zu liegen kam.

In beiden Fällen gelang trotz dieser Komplikation die Erhaltung der künstlichen Sehne. Zunächst habe ich den freiliegenden Seidenknoten regelmäßig mit Jodtinktur betupft und die kleine Wunde sorgfältig verbunden. Gleichzeitig habe ich aber den Fuß fleißig benutzen lassen, um die Neubildung von Sehnengewebe anzuregen. Als dann nach 6 Monaten die neue natürliche Sehne dick genug geworden war, habe ich den prominenten Knoten abgetragen und die kleine Wunde dadurch schnell zum Schluß gebracht.

Die Gefahr des Knotendekubitus läßt sich vermeiden, wenn man den Knoten bei diesen Operationen nicht am Fußrücken mit seiner

dünnen, zu Dekubitus geneigten Haut anbringt, sondern ihn zentralwärts auf den Unterschenkel verlegt, wo er durch das natürliche Fettpolster genügend eingehüllt ist.

Endlich bedarf noch die Gefahr des Fadenabscesses einer Besprechung. VULPIUS hat bei seinen Operationen 25 Proz. Fadenabscesse erlebt und führt diese Zahl als wichtigstes Bedenken gegen die Verwendung von seidenen Sehnen an. Er läßt sich auch von seinen Befürchtungen nicht durch die Tatsache abbringen, daß ich nur 2 Proz. Fadenabscesse bisher beobachtet habe und prophezeit, daß ich auch allmählich noch eine Ziffer wie 25 Proz. Abscesse bekommen werde.

Ich glaube, daß ein tatsächlicher Grund zu solchen Befürchtungen zur Zeit nicht gegeben ist. VULPIUS und ich haben mit den Sehnenverpflanzungen wahrscheinlich annähernd zu derselben Zeit begonnen. Die Zahl der Operationen von VULPIUS ist größer als meine; andererseits aber habe ich durch die 200 seidenen Sehnen viel reichlichere Gelegenheit zu Fadenabscessen gehabt als VULPIUS. Wir können beide uns auf etwa 8-jährige Erfahrung berufen, und wenn in diesen 8 Jahren die Resultate in Bezug auf Fadenabscesse so verschieden sind, so muß wohl ein realer Grund dafür vorhanden sein.

Ich glaube, da ich die Asepsis von VULPIUS während der Operation für einwandsfrei halte, die große Verschiedenheit unserer Absceßziffern nur dadurch erklären zu können, daß VULPIUS die Wunde vollständig vernäht, während ich für 48 Stunden aus einem Winkel der vernähten Wunde durch einen Sublimatdocht drainiere. VULPIUS hat allerlei theoretische Bedenken gegen meine Methode, aber ich glaube, daß ich ein genügendes Tatsachenmaterial für die Richtigkeit meines Vorgehens erbracht habe.

Man darf meines Erachtens auf Grund früherer Erfahrungen nicht einfach bestreiten, daß Fremdkörper zu dauernder Einheilung gebracht werden können. Schon die Beobachtung, die wir mit der GERSUNYschen Paraffinprothese gemacht haben, zwingt zu einer Prüfung, ob die bisherigen Anschauungen über Fremdkörpereinheilung noch haltbar sind. Und dasselbe gilt vielleicht in noch höherem Maße von den viel schwieriger einzuheilenden seidenen Sehnen.

VULPIUS erkennt in sachlicher Weise an, daß durch meine Arbeiten die künstlichen Sehnen in den Dienst der orthopädischen Chirurgie, insbesondere der Sehnenverpflanzungen, gestellt wurden. Aber ich glaube außerdem für mich in Anspruch nehmen zu dürfen, daß ich eine Methode gezeigt habe, durch welche die mit Recht bis dahin gefürchteten Fadenabscesse mit ziemlicher Sicherheit vermieden werden, und ich glaube auch durch die große Zahl meiner günstig verlaufenen Operationen erst den Nachweis für die Brauchbarkeit und Bedeutung der Operation erbracht und dadurch den künstlichen Sehnen das Vertrauen der Chirurgen verschafft zu haben.

Dieses Vertrauen, das jetzt den künstlichen Sehnen entgegengebracht wird, gründet sich vor allem auf die Tatsache, daß die seidenen Sehnen sich allmählich mit echtem Sehnengewebe um- und durchwachsen. Schon GLUCK und KÜMMELL hatten bei der Operation der Ausfüllung eines traumatischen Sehnendefektes den anatomischen Nachweis erbracht, daß die künstliche Sehne von einem Bindegewebsmantel allmählich eingehüllt wird. Später konnte ich an 3 Präparaten

von seidenen Sehnen, die ich gelegentlich einer Nachoperation gewonnen hatte, feststellen, daß das neugebildete Gewebe aus echtem Sehnengewebe bestand.

Das erste Präparat entstammte einer seidenen Sehne, die bei einem 6-jährigen Mädchen bei einer Quadricepslähmung im Jahre 1899 eingepflanzt worden war.

$2^1/_2$ Jahre nach der ersten Operation wurde eine Nachoperation notwendig; die Sehne war so stark wie ein dicker Bleistift und in dem

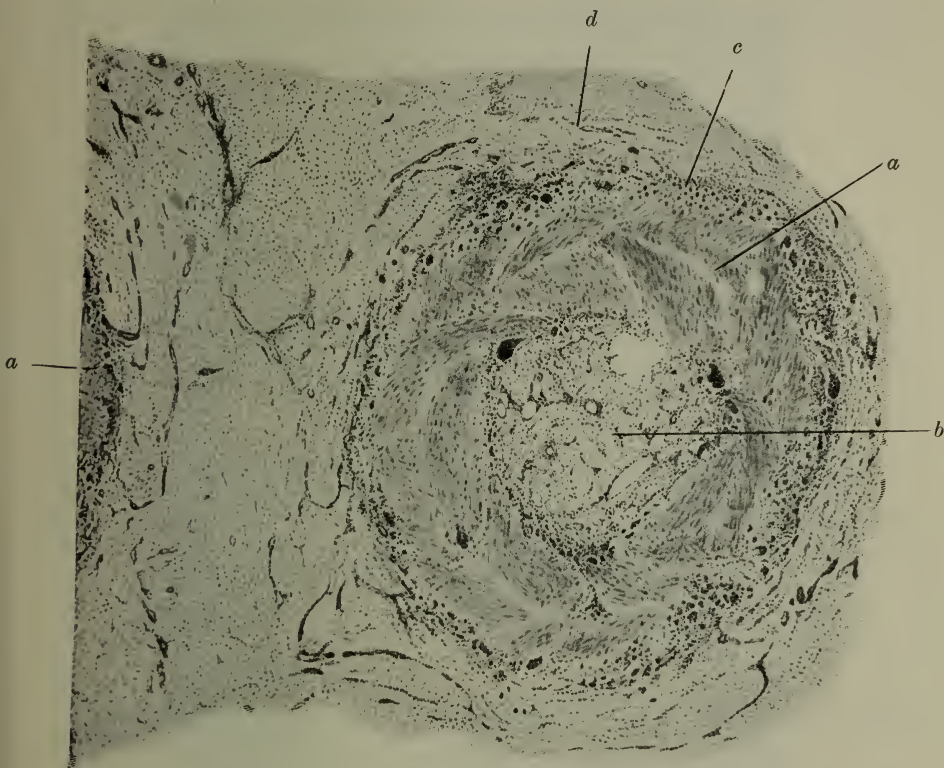


Fig. 212. Querschnitt durch zwei seidene Sehnen (LANGE). *a* Seide, *b* bindegewebiger Kern im Innern der einen Sehne, *c* zell- und gefäßreiche Schicht des neugebildeten Gewebes in der Umgebung der Seide, *d* zell- und gefäßarmes Sehnengewebe.

subkutanen Fettgewebe, in dem sie verlief, leicht aufzufinden. Sie war von einer Schicht lockeren Bindegewebes umgeben; eine eigentliche Sehnenscheide bestand nicht. Als die Sehne freigelegt war, präsentierte sie sich als ein bleistiftstarker, blauer, derber, drehrunder Strang.

Dieser Strang bestand aus einem Gewebsschlauch, dessen Wandung 2—3 mm dick war und in der Mitte des Schlauches verliefen die seidenen Fäden, welche die künstliche Sehne bildeten.

Die makroskopische Untersuchung dieses Gewebes ergab den interessanten Befund, daß die alten, zentralen, den seidenen Fäden nahe

liegenden Schichten im Aufbau mit einer normalen Sehne völlig übereinstimmten, während in den peripheren und wahrscheinlich jüngeren Schichten sich Gefäße und zahlreichere Zellen fanden.

Aehnliche Befunde konnte ich an 2 künstlichen Sehnen erheben, die gleichfalls über 2 Jahre funktioniert hatten und gelegentlich einer Nachoperation gewonnen wurden. Wie aus den Abbildungen Fig. 212, 213 u. 214 zu ersehen ist, begnügt sich die neue natürliche Sehne



Fig. 213. Querschnitt durch eine künstliche Sehne bei stärkerer Vergrößerung (LANGE). Bezeichnung wie Fig. 212.

nicht damit, den seidenen Strang zu umwachsen, sondern sie dringt auch in das Innere der seidenen Sehne und bildet einen Kern von echtem Sehnengewebe in derselben.

Die Präparate geben einen außerordentlich interessanten Aufschluß über die Entstehungsweise des neuen Gewebes. Es bestanden zwei Möglichkeiten für die Bildung des Sehnengewebes; entweder konnte die Neubildung von den Sehnenstümpfen der verpflanzten Muskeln ausgehen oder die Gewebsbildung konnte so vor sich gehen, daß zunächst um die seidene Sehne herum jugendliches

Bindegewebe entstand, aus dem dann allmählich echtes Sehnengewebe sich umbildete. Die Präparate sprechen ganz entschieden für die letztere Annahme, denn man findet in den nahe der Seide gelegenen zentralen Schichten ganz jugendliches Bindegewebe mit zahlreichen Zellen und Gefäßen und Riesenzellen, während nach der Peripherie zu in den offenbar älteren Schichten das Gewebe immer gefäß- und zellenärmer wird und immer mehr den Charakter von echtem Sehnengewebe annimmt.

Da ich klinisch bei allen meinen Patienten eine allmähliche Verdickung der künstlichen Sehnen feststellen konnte, — Sehnen von der ursprünglichen Stärke einer Stricknadel erreichten allmählich die Dicke eines Bleistiftes oder eines kleinen Fingers —, so ist mit großer

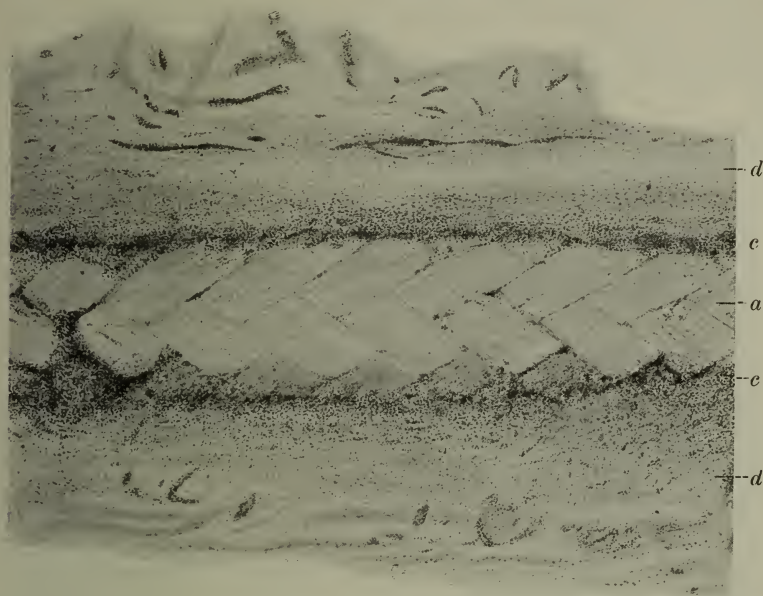


Fig. 214. Längsschnitt durch eine künstliche Sehne (Lange). Bezeichnung wie Fig. 212.

Wahrscheinlichkeit anzunehmen, daß auch die anatomischen Verhältnisse bei allen Patienten die gleichen sind und daß in der Regel die künstliche Sehne allmählich mit echtem Sehnengewebe um- und durchwachsen wird.

Die Umwachsung scheint erst unter dem Einfluß der Funktion zu beginnen: denn klinisch konnte ich immer wieder feststellen, daß die allmähliche Verdickung der Sehne erst nach Abnahme des Gipsverbandes einsetzt und allmählich im Laufe von Monaten und Jahren mit dem Einfluß der gesteigerten Benutzung immer zunimmt.

Jedenfalls bildet diese Umwachsung der künstlichen Sehne die beste Garantie für die Dauerhaftigkeit der Resultate; denn bei einer Sehne, welche die Stärke eines kleinen Fingers oder eines Bleistiftes hat und die zum großen Teil aus echtem Sehnengewebe besteht, ist

das eventuell nach Jahren erfolgende Auftreten eines Fadenabscesses völlig gleichgültig.

Der größte Gewinn, den wir den seidenen Sehnen bei der Behandlung der Lähmungen verdanken, besteht meines Erachtens in der Freiheit bei Aufstellung des Operationsplanes.

Schon bei Benutzung der alten Methode der Sehnenverpflanzung erweist sich eine als Kraftquelle genügende Sehne, wie z. B. der Flexor hallucis, häufig als zu kurz, um direkt mit dem gelähmten Muskel vernäht zu werden.

Noch störender macht sich aber die Kürze der kraftspendenden Sehnen bei der periostalen Methode geltend. Diese Technik, die ich für zuverlässiger halte als die alte Methode der Sehnenverpflanzung, hätte nur ein sehr beschränktes Gebiet der Anwendung gefunden, wenn es nicht möglich geworden wäre, jede Sehne nach Bedarf durch Seide zu verlängern. Alle diese Operationspläne, die ich oben für die Sehnenverpflanzung, namentlich für schwerere Fälle aufgeführt habe, sind nicht durchzuführen ohne seidene Sehnen, und ich glaube deshalb, daß die künstlichen Sehnen sich ein dauerndes Bürgerrecht in der Behandlung von Lähmungen erworben haben.

Die Sehnendefekte, die durch Verletzung von Sehnen und durch sekundäres Auseinanderweichen und Verwachsen der beiden Sehnenstümpfe entstanden sind, bilden ebenfalls ein dankbares Gebiet für künstliche Sehnen.

Doch liegen im Vergleich zur Häufigkeit solcher Verletzungen bisher nur wenig Erfahrungen über unsere Operationen vor.

Gluck, Kümmell, Schreiber und Jochner haben solche Operationen ausgeführt. Ich selbst habe nur selten Gelegenheit, die Folgezustände von Verletzungen zu behandeln und habe deshalb die Operation bisher nur 2mal ausgeführt.

Wie weit endlich die künstlichen Sehnen berufen sind, Sehnen zu ersetzen, die durch schwere Eiterungen zu Grunde gegangen sind, darüber sind heute die Erfahrungen noch nicht abgeschlossen.

Ueber die Endresultate der 12 von Gluck aus diesem Anlaß operierten Fälle liegt ein Bericht nicht vor.

Sicher ist der Ersatz des Defektes durch künstliche Sehnen bei diesen Fällen schwieriger als bei reinen Sehnenverletzungen und Lähmungen. An Körperstellen, wo eine schwere Phlegmone gehaust hat, bleibt noch lange Zeit Infektionsmaterial erhalten, und es besteht stets die Gefahr, daß durch die Einsetzung einer künstlichen Sehne die abgekapselten Entzündungserreger zu neuem Leben erweckt werden.

So ist schon die primäre Einheilung viel gefährdeter als bei den oben besprochenen Operationen, und wenn die Sehne glücklich eingeheilt ist, so stellen sich der Arbeitsleistung der künstlichen Sehne erhebliche Schwierigkeiten in den Weg; denn künstliche Sehnen, die durch derbes Narbengewebe durchgeführt werden müssen, neigen sicher sehr zu Verwachsungen mit ihrer Umgebung.

Es müßte deshalb erst eine viel größere Reihe von Erfahrungen vorliegen über die Brauchbarkeit der künstlichen Sehnen bei Folgezuständen von Sehneneiterungen, ehe ein Urteil gefällt werden kann.

E. Operationen zur Verkürzung von Muskeln und Sehnen.

Während die krankhafte Verkürzung von Muskeln schon früh die Aufmerksamkeit der Chirurgen auf sich lenkte, fand der entgegengesetzte Zustand, die pathologische Verlängerung von Muskeln erst in dem letzten Jahrzehnt Beachtung. Einzelne kasuistische Beiträge zu dieser Frage lieferten Hoffa, Frank, Bardenheuer u. a. Die erste zusammenfassende Arbeit über diesen Gegenstand habe ich 1902 in der Münch. med. Wochenschr. veröffenlicht.

Das geringe Interesse der Chirurgen für diese Veränderung ist um so merkwürdiger, als diese Verlängerung von Sehnen sich bei Deformitäten ebenso häufig findet als die abnorme Verkürzung. Die Länge der Muskeln ist im allgemeinen abhängig von der Entfernung seiner Ansatzpunkte. Sind die Ansatzpunkte eines Muskels durch irgend eine Ursache dauernd genähert, so paßt sich der Muskel dieser Stellung an und wird abnorm kurz.

Wenn aber umgekehrt die Ansatzpunkte des Muskels ununterbrochen voneinander entfernt sind, so wird der Muskel abnorm lang.

In der Regel kommen beide Bedingungen gleichzeitig bei jeder Deformität vor. Wenn z. B. durch Zwangshaltuug im Uterus ein angeborener Schiefhals entstanden ist, so ist durch die dauernde Annäherung seiner Ansatzpunkte der eine Sternocleidomastoideus zu kurz geworden, der andere aber durch die entgegengesetzten Bedingungen zu lang.

Als Regel kann man hinstellen, daß bei jeder Deformität der oder die Antagonisten des verkürzten Muskels abnorm verlängert sind. Deshalb sind zu lang: beim Spitzfuß die Dorsalflektoren, beim Klumpfuß die Pronatoren, der Extens. digit. und die Peronei, beim Plattfuß der Tibialis anticus und posticus, bei den Kniebeugekontrakturen der Quadriceps, beim runden Rücken und bei der Spondylitis der Erector trunci und bei der Skoliose endlich die Muskeln der konvexen Seite.

Unter den gleichen Einflüssen wie bei den genannten Deformitäten kommen bei den cerebralen und spinalen Lähmungen krankhafte Verlängerungen von Muskeln und Sehnen zu stande; nur ist die Verlängerung bei den paralytischen Deformitäten in der Regel noch viel bedeutender, weil nicht ein derber, gesunder und widerstandsfähiger Fleischstrang, sondern ein durch die Lähmung geschädigter, mürber und schlaffer Muskel dem schädlichen Einfluß der Ueberdehnung ausgesetzt wird.

Eine andere Art von abnormer Muskelverlängerung kommt dadurch zu stande, daß die Kontinuität der Sehne unabsichtlich durch ein Trauma oder absichtlich durch die Tenotomie aufgehoben ist. Wenn dann die Sehnenstümpfe weit auseinander gewichen sind und nun eine sehnige Verbindung zwischen den Sehnenenden entsteht, so kann die Sehne und der Muskel zu lang werden, wie schon bei Besprechung der Folgezustände der Tenotomie ausgeführt worden ist.

Bei einer dritten Gruppe von Leiden kommt ein relatives Zulangwerden von Muskeln dadurch zu stande, daß die Ansatzpunkte der Muskeln sich in krankhafter Weise nähern, die

Muskeln selbst sich aber in ihren Längenverhältnissen dieser Näherung der Ansatzpunkte nicht anpassen und relativ zu lang bleiben.

Das kommt z. B. häufig bei der angeborenen Hüftverrenkung vor. Wenn der Kopf in den ersten Lebensjahren nach oben wandert, nähert sich der Trochanter dem Darmbeinkamm; dadurch rücken die Ansatzpunkte der Glutäen med. und minim. sich näher. Sehr häufig passen sich diese Muskeln der veränderten Lage ihrer Knochenpunkte nicht an, sie bleiben zu lang und können deshalb ihre Funktion nicht erfüllen.

Auf derselben Basis kommt die Glutäeninsufficienz bei der Destruktionsluxation, bei Coxa vara, bei Schenkelhalsbrüchen zu stande. Und endlich gehört hierher die Muskelinsufficienz, welche man nach Gelenkresektionen nicht selten beobachten kann, wenn das neue Gelenk beweglich oder gar schlotterig geworden ist. Auch da haben sich die Muskeln in der Regel der Situation, die durch die Wegnahme des Gelenkes und durch die abnorme Näherung ihrer Ansatzpunkte entstanden ist, nicht angepaßt.

Ganz gleich, aus welcher Ursache die abnorme Länge der Muskeln entstanden sein mag — gemeinsam ist allen diesen Zuständen der Mangel an normaler Muskelspannung.

Die Wichtigkeit dieser normalen Muskelspannung hat selbst nicht bei den Physiologen — mit Ausnahme von Fick — und noch viel weniger bei den Chirurgen die Beachtung gefunden, die sie verdient.

Viel zu einseitig ist immer die Leistungsfähigkeit eines Muskels lediglich nach der Größe des Querschnittes beurteilt worden. Mindestens ebenso wichtig, wenn nicht wichtiger, ist aber die Spannung, unter der ein Muskel angeheftet ist.

Während unter normalen Verhältnissen die Kontraktion des Muskelbauches sich durch Vermittelung einer straffen Sehne direkt auf den Knochen überträgt und eine Bewegung des Gliedes auslöst, wird der krankhaft verlängerte Muskel die Kontraktion zunächst dazu verbrauchen, um nur die schlaffe, lange Sehne in Spannung zu versetzen. Die Folge davon ist, daß nur ein Bruchteil von der verbrauchten Muskelkraft sich direkt in Bewegung umsetzt. Die Arbeitsleistung solcher überdehnter Muskeln ist deshalb stets wesentlich herabgesetzt, ja sie kann bei hochgradiger Verlängerung der Sehne absolut Null sein. Solche Fälle habe ich wiederholt beobachtet und beschrieben. Man gewinnt zunächst den Eindruck, daß es sich um völlige Lähmung eines Muskels handelt und nicht selten wird erst durch die Freilegung bei der Operation festgestellt, daß nicht eine Lähmung, sondern eine abnorme Verlängerung besteht.

Denn die klinische Diagnose solcher Veränderung ist recht schwer. Ich brauche hier nur zu wiederholen, was ich an anderer Stelle schon ausgeführt habe:

„Denken wird man immer daran, sobald die Ansatzpunkte der Muskeln durch eine Deformität dauernd voneinander entfernt sind. Wenn man dann die Arbeitsleistung des Muskels zahlenmäßig durch Heben von Gewichten feststellt und eine sehr wesentliche Differenz im Vergleich zu demselben Muskel der gesunden Seite findet, so wird man — wenn andere Veränderungen an den Muskeln ausgeschlossen sind — berechtigt sein, eine ungenügende Muskelspannung als Ursache der geringen Arbeitsleistung anzunehmen. Aber in exakter Weise

wird die Diagnose nur durch die Operation erbracht werden. Schon die Freilegung des Muskels zeigt die Schlaffheit der Sehne, die man — wie ich schon erwähnte — in einer Falte emporheben kann. Volle Sicherheit, daß es sich um nichts anderes als eine abnorme Länge der Sehne handelt, erhält man aber nur durch den Erfolg der operativen Sehnenverkürzung."

Damit komme ich zur Therapie.

Bisher haben wir im allgemeinen die Verkürzung der gedehnten Muskeln dadurch angestrebt, daß wir für Monate oder Jahre Verbände oder Apparate in überkorrigierter Stellung anwandten, um die Ansatzpunkte möglichst zu nähern. Wie der Muskel bei dauernder Entfernung seiner Ansatzpunkte länger wird, so paßt er sich auch der dauernden Annäherung seiner Insertionspunkte an und wird kürzer.

Im allgemeinen erfolgt die Verkürzung des Muskels bei Näherung seiner Ansatzpunkte verhältnismäßig rasch im Laufe von 3—6 Monaten, wenn gleichzeitig entweder entzündliche Prozesse in dem betreffenden Körperabschnitte bestehen, — ich verweise auf die Verkürzung der Adduktoren bei der koxitischen Adduktionskontraktur — oder wenn ausgedehnte Blutungen im subkutanen Gewebe und in der Muskulatur — sei es durch zufällige Verletzung oder durch einen operativen Eingriff — entstanden sind.

Dagegen verkürzt sich der verlängerte Muskel nach dem Redressement einer Deformität nur sehr langsam, wenn die Operation verhältnismäßig leicht war, und wenn deshalb wenig subkutane Blutungen entstanden sind. Das kann man am kindlichen Pes varus häufig beobachten. Klumpfüße, die verhältnismäßig leicht zu redressieren waren und in vollständiger Ueberkorrektur 2—3 Monate im Verband fixiert waren, zeigen nicht selten eine ganz ungenügende Verkürzung der Peronei und des Extens. digitorum; das zeigt sich bei der Prüfung der Funktion dieser Muskeln. Während passiv der Fuß spielend leicht in extremste Valgusstellung gebracht werden kann, bringen die genannten Pronatoren aktiv den Fuß oft nur bis zur Mittelstellung zwischen Pronation und Supination.

Wiederholt habe ich an solchen redressierten angeborenen Klumpfüßen auch beobachtet, daß jede aktive Pronation unmöglich war, und daß diese Füße sich trotz des gelungenen Redressements in funktioneller Beziehung verhielten wie ein paralytischer Pes varus.

Es lag nahe, bei solchen Füßen, bei denen die Fixierung im Verband nicht genügt hatte, eine ausreichende Verkürzung der Peronei zu schaffen, das auf operativem Wege nachzuholen.

Wenn dieser selbstverständliche Gedanke früher nicht zur Ausführung gekommen ist, so ist die Ursache dafür in dem Mißtrauen zu der bisher zur Verfügung stehenden Methode zu suchen.

Bisher ging man in einem solchen Falle nur so vor, daß man aus der verlängerten Sehne ein Stück exzidierte und die Sehnenstümpfe zusammen vernähte.

Die Erfahrungen, die man aber bei Sehnennähten, welche durch Traumen notwendig geworden waren, machte, waren indes nicht so ermutigend, daß man ein solches Verfahren gern zur Verkürzung von überdehnten Sehnen anwenden mochte. Man mußte immer befürchten, daß nach Durchschneidung der Sehne und Vernähung der

Sehnenstümpfe die Naht nicht halten und die Sehnenstümpfe wieder auseinander weichen würden, so daß dann der Zustand schlechter als vor der Operation würde.

Ich habe deshalb 1900 empfohlen, diese Sehnen, die verkürzt werden sollen, nicht zu durchschneiden, sondern — wie Fig. 215 zeigt — mit einem Seidenfaden zu durchflechten und über dem Seidenfaden je nach Bedürfnis in engere oder weitere Falten zusammenzuschieben und dann die Seidenfäden zu verknüpfen. Dabei bleibt die Kontinuität der Sehne erhalten; man darf, da die Zirkulationsverhältnisse in den durchflochtenen Partieen wesentlich günstiger sind als in einer durchschnittenen Sehne, eine weit stärkere Spannung geben, und man setzt den Patienten nicht der Gefahr aus, daß der Zustand nach der Operation eventuell schlechter ist als vorher.

Für die Technik der Sehnenverkürzung gilt das gleiche wie für die Sehnennaht der Sehnenverpflanzungen und der seidenen Sehnen. Sorgfältige Asepsis und temporäre Drainage halte ich für unbedingt notwendig.

Vulpius empfiehlt in seiner jüngst erschienenen Monographie über Sehnenverpflanzungen ebenfalls, bei der operativen Verkürzung von Sehnen von einer Durchschneidung abzusehen und statt dessen die Sehne zu einer Falte hochzuheben und die Falten untereinander zu vernähen. Es entsteht aber dabei ein dicker Wulst, der später die Beweglichkeit der Sehne in der Sehnenscheide hindern muß; auch scheint mir die Regelung der Spannung nicht so leicht möglich zu sein, wie bei der von mir empfohlenen Methode der Fältelung.

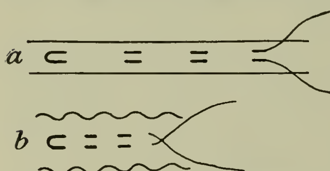


Fig. 215. Fältelung der Sehne nach Lange.

Die Indikation zur operativen Sehnenverkürzung ist zur Zeit noch nicht fest abzugrenzen. Wenn man so wie so einen stark überdehnten Muskel, z. B. bei einer Sehnenverpflanzung freilegt, so wird man stets gleichzeitig die Verkürzung ausführen. Das haben u. a. Hoffa, Vulpius und ich bei Lähmungen häufig getan. Für paralytische Spitzfüße, bei denen alle Muskeln gelähmt sind, hat Hoffa empfohlen, die Sehnen auf der Dorsalseite mit einem stumpfen Haken hochzuheben, unter dem Haken die Sehnen zusammenzunähen und alles überflüssig gewordene Sehnenmaterial abzutragen.

Hoffa strebt mit dieser Operation eine tendinöse Fixation des Fußes im rechten Winkel an, damit er gut als Stütze beim Gehen und Stehen zu brauchen sei.

Bei nicht paralytischen Deformitäten wird man mit der Operation der Sehnenverkürzung zurückhaltend sein, da ein Teil der verlängerten Sehnen sich nach dem Redressement der Deformität ohne blutige Eingriffe von selbst verkürzt.

Tritt aber nach 2- oder 3-monatlicher Fixierung im Verband diese Verkürzung nicht ein, so erscheint die Operation erlaubt. Bardenheuer und ich haben aus dieser Indikation bei Klumpfüßen eine Verkürzung der Peronei vorgenommen. Bei Plattfuß ist von Hoffa und Bardenheuer eine Verkürzung des Tibialis post. ausgeführt worden.

Bei der habituellen Luxation der Patella und dem schlotterigen Genu valgum hat BARDENHEUER außer einer Bänderplastik eine Verkürzung des inneren Randes der Quadricepssehne empfohlen.

Ich habe beim schlotterigen Genu recurvatum-valgum eine Verkürzung des Semitendinosus und Semimembranosus durch Fältelung vorgenommen.

Ein sehr dankbares Objekt für die Operation bilden Sehnen, welche infolge einer Durchtrennung zu lang geworden sind. Ein charakteristisches Beispiel habe ich bereits ausführlich an anderer Stelle veröffentlicht:

Ein 20-jähriges Mädchen durchschneidet sich durch Sturz auf Glasscherben außer dem Palmaris longus und dem Nerv. median. den Flexor sublimis vom 2. und 3. Finger. Die Sehnenverletzung wird nicht erkannt und es wird nur die Hautwunde genäht. Unter der Hautwunde, die per primam heilt, kommt eine spontane Vereinignng der durchschnittenen und weit auseinander gewichenen Sehnenenden — ähnlich wie nach einer Tenotomie — zu stande. Aber die Sehnen sind dadurch zu lang geworden und die Folge davon ist, daß bei Kontraktion der 2. und 3. Flexoren wohl die Mittelphalange der betreffenden Finger etwas gebeugt wird; aber die Beugung geschieht in so engen Grenzen — sie beträgt kaum die Hälfte der normalen Flexion — und ist so kraftlos, daß die Patientin mit dem 2. und 3. Finger nicht den leichtesten Gegenstand (weder Bleistift noch Löffel oder Gabel) zu halten vermag.

Die Kraft, die bei der Kontraktion des Muskelbauches zu stande kam, wurde dazu verbraucht, um die schlaffen und zu langen Sehnen in Spannung zu bringen. Aber sie führte nicht, wie sonst bei normaler Spannung und normaler Länge der Sehnen, zu einer kräftigen Beugung der Mittelphalange der Finger.

Der Beweis, daß die Verhältnisse wirklich so waren, wurde durch die Operation erbracht, die 1 Jahr nach der Verletzung im November 1901 von mir vorgenommen wurde.

Es zeigte sich zunächst, daß eine Vereinigung der durchschnittenen Sehnenenden stattgefunden hatte; denn, wenn man oberhalb der Narbe stark an der Sehne in zentraler Richtung zog, so erfolgte eine vollständige und kräftige Beugung der Mittelphalange vom 2. und 3. Finger. Gleichzeitig erwies sich aber auch, daß der Flexor sublimis des 2. und 3. Fingers viel zu lang war; denn man konnte zentralwärts von der Sehnennarbe die Sehne mit einer Pinzette zu einer Falte von 3 cm Höhe emporheben.

Von einer völligen Freilegung und Resektion der Sehnennarbe wurde Abstand genommen, und die Operation beschränkte sich darauf, die Sehne vom 2. und 3. Finger durch Durchflechtung mit Seidenfäden und Fältelung zu verkürzen.

Der Erfolg der Operation war der, daß die Patientin bereits $^1/_4$ Jahr nach der Operation die beiden Finger in normalen Grenzen und mit fast normaler Kraft wieder beugen konnte. Fig. 216 gibt ein Bild der aktiven Beugefähigkeit der Mittelphalange vom 2. und 3. Finger, wie sie $^1/_4$ Jahr nach der Operation bereits bestand. Fig. 217 zeigt, wie Patientin mit dem gebeugten 2. und 3. Finger 7 kg Gewicht hält. *Dieser Erfolg war lediglich durch die Operation erzielt worden, eine gymnastische Nachbehandlung hatte nicht stattgefunden.*

Ich glaube, daß die operative Sehnenverkürzung noch mehr die Beachtung der Chirurgen verdient als sie zur Zeit findet. Sie läßt sich nicht überall ausführen, wo sie an und für sich indiziert wäre. Die zu langen, konvexseitigen, flächenförmigen Muskeln bei einer Skoliose eignen sich nicht zu einer operativen Verkürzung. Auch wird man sich bei einem solchen Leiden überhaupt nicht zu einer blutigen Operation entschließen.

Wenn aber die überdehnten Muskeln strangförmig sind und sich zur Operation eignen, wird man, um normale Funktionen herzustellen, häufiger von der operativen Sehnenverkürzung Gebrauch machen müssen und ich glaube, daß sich dieselbe zur Verkürzung von überdehnten Muskeln ebenso nützlich erweisen wird, wie die Tenotomie zur Verlängerung von verkürzten Muskeln.

Fig. 217.



Fig. 216.



Fig. 216 und 217. Aktive Beugefähigkeit der Mittelphalange vom 2. und 3. Finger nach Fältelung des Flexor sublimis II und III (LANGE).

Ueber die anatomischen Heilungsvorgänge bei Fältelung einer Sehne nach der von mir empfohlenen Methode liegen interessante Untersuchungen von HOFFA, BORST und SEGGEL vor.

F. Operationen an der Gelenkkapsel.

Die Gelenkkapsel verhält sich bei Deformitäten analog den Sehnen. Diejenigen Bänder, deren Ansatzpunkte durch die Deformität dauernd genähert wurden, sind zu kurz; diejenigen, welche ununterbrochen gedehnt wurden, sind zu lang.

Bei dem Redressement mancher Deformitäten bildet die Verkürzung der Gelenkbänder ein wesentliches Hindernis. Wenn man

z. B. bei einer Hüftbeugekontraktur die Muskeln auf der Beugeseite bei offener Wunde durchschnitten hat, so setzt sich der Korrektur fast nur noch die verkürzte vordere Gelenkkapsel entgegen. Dies Hindernis kann aber dem Redressement noch sehr erhebliche Schwierigkeiten bereiten. Dank unserer modernen Schraubenvorrichtungen läßt sich aber in der Regel eine verkürzte Gelenkkapsel soweit unblutig dehnen, daß ein blutiger Eingriff nicht notwendig wird.

Die hintere Gelenkkapsel hat bei einer schweren Kniebeugekontraktur Bardenheuer einmal blutig durchtrennt, um das Redressement zu ermöglichen. Davon abgesehen sind aber in neuerer Zeit blutige Operationen zur Verlängerung von verkürzten Gelenkkapseln nicht ausgeführt worden.

Die Verkürzung der überdehnten Gelenkpartieen erfolgt in der Regel durch richtige Fixierung im Verband in genügender Weise. Nur bei wenigen Leiden macht ungenügende Schrumpfung der Gelenkkapsel spätere operative Eingriffe notwendig. Zu diesen Leiden gehört die habituelle Schulterluxation.

Corsi und Steinthal haben in je einem solchen Falle die schlaffe Kapsel durch mehrere Nähte (Corsi verwandte Catgut, Steinthal Silkworm) verkürzt und gefältelt. Bei der habituellen Luxation der Patella nach außen hat Le Dentu auf der Innenseite der Gelenkkapsel ein Stück entfernt und die Kapsel vernäht. Hoffa hat bei dem gleichen Leiden die Verkürzung der Kapsel auf der Innenseite dadurch bewirkt, daß er die fibröse Kapsel zu einer Falte hochhob und die Falte vernähte. Bardenheuer empfahl, neben der Verkürzung der inneren Sehne des Quadriceps die fibröse Gelenkkapsel auf der Innenseite der Länge nach zu diszidieren, von der Synovialis abzulösen und breit flächenartig übereinander zu vernähen.

Ein anderes Leiden, bei dem ein dringendes Bedürfnis nach operativer Verkürzung der Gelenkkapsel besteht, ist das Schlottergelenk des Knies — sei es nun habitueller oder paralytischer Art. Schwere Formen dieses Schlottergelenkes waren bisher unheilbar. Man konnte Patienten viele Jahre lang Apparate tragen lassen, ohne eine wesentliche Schrumpfung der Gelenkkapsel zu erzielen.

Bardenheuer hat deshalb bei solchen Gelenken die gleiche Operation wie bei der habituellen Luxation der Patella ausgeführt.

Ich bin bei dem typischen schlotterigen Genu valgum recurvatum anders vorgegangen. Ich habe den Semitendinosus und Semimembranosus mit meiner Raffnaht verkürzt. An der Gelenkkapsel habe ich aber bei meinen Fällen nicht die gleiche Methode anwenden können, weil die Kapsel zu dünn und ausgezogen an dieser Stelle war, als daß der Faden einen festen Halt an ihr hätte gewinnen können.

Ich habe deshalb künstliche Gelenkbänder aus Seide gebildet, die ich ober- und unterhalb der Gelenkkapsel bei rechtwinkliger Beugung des Knies am Periost vernähte. Diese Seidenstränge scheinen, soweit man nach dem klinischen Befund urteilen darf, sich ebenso mit lebendem Gewebe zu umwachsen wie die künstlichen Sehnen, und haben in meinen bis jetzt operierten 4 Fällen die schlotterige Beschaffenheit des Kniegelenks beseitigt. Die Hoffnung

erscheint berechtigt, daß auf diesem Wege die Heilung des Schlottergelenkes stets gelingen wird.

Außerdem kommt noch die Verwendung von künstlichen Gelenkbändern in Frage bei dem paralytischen Spitzfuß, bei dem alle Muskeln gelähmt sind. Man kann an Stelle der Arthrodese oder anstatt der von Hoffa empfohlenen Verkürzungen der Dorsalsehnen bei diesen Füßen auf der Dorsalseite des Talocruralgelenkes von der Tibia zum Naviculare und von der Fibula zum Cuboid. kurze, straffe Bänder aus Seide zur Einheilung bringen.

Und man kann auf diese Weise erreichen, daß der Fuß eine rechtwinklige Stellung bekommt. Dadurch wird den Patienten, die sonst leicht über die herabhängende Fußspitze stolpern, der Gang wesentlich erleichtert. Man schafft also gewissermaßen eine künstliche Gelenkkontraktion.

Der Vorzug dieser Operation gegenüber der Ankylose scheint der zu sein, daß der Fuß etwas passive Beweglichkeit behält und sich deshalb beim Gehen leichter den Unebenheiten des Bodens anpassen kann.

Literatur.

A. Ueber Sehnenverlängerung.

Ahrens, *Tödliche Fettembolie nach gewaltsamer Streckung beider Kniegelenke. Beiträge zur klin. Chir., Bd. 14, Heft 1.*

Ammon, *De physiologia tenotomiae experimentis illustrata, Dresdae 1837.*

Barfurth, *Regeneration. Merkel-Bonnet-Hefte, Bd. 2.*

Derselbe, *Arch. f. mikroskop. Anatomie, Bd. 37, S. 406.*

Bayer, *Ein Vorschlag, statt der üblichen Achillotomie in geeigneten Fällen die Achillorhaphie vorzunehmen. Prager med. Wochenschr., 1891, No. 35.*

Derselbe, *Die plastische Tenotomie der Achillessehne bei paralytischem Spitzfuß. Prager med. Wochenschr., 1897, No. 45, 46.*

Bessel-Hagen, *Die Pathologie und Therapie des Klumpfußes, Heidelberg, Otto Petters, 1889.*

Bouvier, *in Velpeaus Médec. opérat., T. 5, p. 546.*

Colley, Fritz, *Ueber Fettembolie nach gewaltsamer Gelenkbeugung u. s. w. Deutsche Zeitschr. f. Chir., Bd. 36, 1894, S. 322.*

Delpech, J., *Chirurgie clinique de Montpellier, 1823, p. 153, und De l'orthomorphie par rapport à l'espècee humaine, Paris 1829, p. 215.*

Dieffenbach, J. F., *Ueber Durchschneidung der Sehnen und Muskeln, Berlin 1841.*

Dupuytren, *in Velpeaus Médec. opér., T. 1, p. 576, und Costers Manuel des opérations chirurg., 1825, p. 181.*

Enderlen, *Ueber Sehnenregeneration. Archiv f. klin. Chir., Bd. 46, 1893.*

Gluck, *Ueber Muskel- und Sehnenplastik. Archiv f. klin. Chir., Bd. 27, Heft 1; Bd. 86, S. 61.*

Derselbe, *Verhandlungen der Berliner medizinischen Gesellschaft, 19. November 1884 u. 1893.*

Derselbe, *Chirurgenkongreß, 1890.*

Hoffa, *Lehrbuch der orthopädischen Chirurgie, 1902, S. 840.*

Lorenz, A., *Ueber Osteoklase und das modellierende intraartikuläre Redressement der Kniegelenkskontrakturen und des Genu valgum. Wiener Klinik, 1893, Heft 6 u. 7.*

Derselbe, *Das instrumentelle kombinierte Redressement der Hüftgelenkskontrakturen. Sammlung klin. Vorträge, begr. von R. v. Volkmann, 1898, No. 206.*

Lorenz, A., *Dasselbe auf dem Naturforschertag in Braunschweig, September 1897.*
Derselbe, *Unblutige Dehnung des Sternocleidomastoides. Naturforschertag in Hamburg, 1901.*
Derselbe, *Ueber die operative Orthopädie des Klumpfußes. Wiener Klinik, 1884, Heft 5 u. 6.*
Lympius, M., *Tödliche Fettembolie in der Narkose bei Brisement forcé. Jahrbücher der Hamb. Staatskrankenanstalten, Bd. 4, 1893/94.*
Marchand, *Der Prozeß der Wundheilung. Deutsche Chirurgie, Lieferung 16, 1901. (Bei Marchand findet sich die übrige Literatur über Sehnenregeneration verzeichnet.)*
v. Meekren, J., *Rare und wunderbare chirurgische etc. Anmerkungen, Nürnberg 1675.*
Mikulicz, *Ueber die Exstirpation des Kopfnickers beim muskulären Schiefhals nebst Bemerkungen zur Pathologie dieses Leidens. Centralbl. f. Chir., 1895, No. 1.*
Paget, *Lect. on surgic. pathol., Vol. 1, Medic. Times and Gaz., 1849.*
Payr, *Ueber tödliche Fettembolie nach Streckung von Kontrakturen. Münchner med. Wochenschr., 1898, No. 28.*
Derselbe, *Weitere Beiträge zur Kenntnis und Erklärung des fettembolischen Todes nach orthopädischen Eingriffen und Verletzungen. Zeitschr. f. orthopäd. Chir., Bd. 7, 1899, Heft 2 u. 3.*
Phelps, *The treatement of double talipes equinovarus by open incision and fixed extension. The medical Record, 1881, und auf dem 8. internat. medizin. Kongreß (chir. Sektion), Kopenhagen 1884.*
Pirogoff, *Ueber die Durchschneidung der Achillessehne, Dorpat 1840.*
Roonhuysen, *in G. Blasii observ. med. rariorum, Amstel. 1701, Pars II, observ. I.*
Sartorius, *in J. B. v. Siebolds Sammlung seltener und auserlesener chirurgischer Beobachtungen, Bd. 3, S. 258.*
Schradieck, *Untersuchungen an Muskel und Sehne nach der Tenotomie. Inaug.-Diss. Rostock, 1900.*
Seggel, *Histologische Untersuchungen über die Heilung von Sehnenwunden und Sehnendefekten. Habilitationsschr. München, 1902.*
Stromeyer, *Rusts Magazin, 1833, Bd. 39, S. 195; Bd. 42, S. 159.*
Derselbe, *Beiträge zur operativen Orthopädie, Hannover 1838.*
Thilenius, *Medizinische und chirurgische Bemerkungen, Frankfurt 1789.*
Volkmann, *Verletzungen und Krankheiten der Bewegungsorgane. Handbuch der allg. und spez. Chirurgie von Pitha und Billroth, Bd. 2, 2. Aufl., 1882.*
Volkmann, Richard, *Das sogenannte angeborene Caput obstipum und die offene Durchschneidung des Musc. sternocleidomast. Centralbl. f. Chir., 1885, No. 14.*
Wittek, *Ueber Pes calcaneus traumat. Zeitschr. f. orthopäd. Chir., Bd. 11, 1903, Heft 1.*

B. Ueber Sehnennaht.

Avicennae *de medicinis cordialibus lib. IV. tract. III. cap. 3.*
Ambrosii Paraei *oper. chir. lib. IV. cap. 36.*
Bose, *in den Verhandlungen des 5. chirurgischen Kongresses, S. 23.*
Duplay, *Rupture sous-cutanée du tendon etc. Bull. de la Soc. de Chirurg., T. 2, No. 10, 1876.*
Haegler, *Ueber Sehnenverletzungen an Hand und Vorderarm. Bruns' Beiträge zur klin. Chir., Bd. 16, 2.*
Heisters, *Chirurgie, 1743, S. 1001.*
Kielhorn, *Ueber die Prognose der Sehnennähte. Inaug.-Diss. Bonn, 1901.*
Krönlein, *Beiträge zur Geschichte und Statistik der offenen und antiseptischen Wundbehandlung, S. 7.*
Madelung, *Zur Erleichterung der Sehnennaht. Centralbl. f. Chir., 1882, No. 6.*
van Meekren, J., *Observationes medico-chirurgicae, p. 310.*
Notta, *Gaz. des Hôp., 1877, No. 46.*
Schmidts *Jahrbücher, Bd. 95, S. 340.*
Schwartz, *Sur la réparation des tendons etc. Bull. de la Soc. de Chir. de Paris, 1888, 20. Mai.*
Truka, *Ein Beitrag zur Technik der Sehnennaht. Centralbl. f. Chir., Bd. 12, 1893.*
Witzel, *Ueber Sehnenverletzung und ihre Behandlung. Volkmanns Sammlung klin. Vorträge, 1887, No. 291.*
Wölfler, *Ueber Sehnennaht und Sehnenplastik. Wiener klin. Wochenschrift, 1. Jan. 1888.*
Wolter, *Ueber die funktionelle Prognose der Sehnennaht, Berlin 1888.*
Zaepernick, *Ueber Sehnennaht und Sehnenplastik. Inaug.-Diss. Kiel, 1891.*

C. Ueber Sehnenverpflanzung.

(Ein ausführliches Literaturverzeichnis findet sich bei VULPIUS, Die Sehnenüberpflanzung, Leipzig 1902.)

Alessandrini, *Dei trapianti tendinei nella cura della paralisi spinale infantile. Arch. di Ortoped., 1901, Fasc. 5 e 6.*

Bruns, *Ueber Behandlung arthrogener Kniegelenkskontrakturen. Centralbl. f. Chir., 1901, No. 6.*

Codivilla, *Sui trapianti tendinei nella pratica ortopedica. Arch. di Ortopedia, 1899, No. 4.*

Derselbe, *Il trattamento chir. moderno della paralisi infant. spinale. Policlinico, Vol. 7, C, 1900.*

Derselbe, *Sui trapianti tendinei. Communicaz. fatta alla XIV. riunione della Soc. di Chir. Ital. in Roma, 1899.*

Derselbe, *Contributo alla cura delle paralisi spastiche infantili. Communicaz. fatta alla Soc. med.-chir. di Bologna, Jan. 1900. Rivista critica di Clinica med., 1900, No. 16.*

Le Dentu, *Talus valgus paralyt. etc. Revue d'Orth., 1901, No. 3.*

Drobnik, *Gaz. lekarska, 1893, Februar.*

Derselbe, *Weitere Erfahrungen über die Behandlung der Kinderlähmung. Nowing lekarskie, 1894, No. 7. (Ref. Neurol. Centralbl., 1895, No. 2.)*

Derselbe, *Ueber die Behandlung der Kinderlähmung mit Funktionsteilung und -übertragung. Deutsche Zeitschr. f. Chir., Bd. 43.*

Derselbe, *Gaz. lekarska, 1895, S. 120.*

Duplay, *Bull. de la Soc. de Chir. de Paris, T. H, 1876.*

Eulenburg, *Zur Therapie der Kinderlähmungen. Deutsche med. Wochenschr., 1898, No. 14.*

Eve, *On tendon grafting etc. Brit. med. Journ., 1898, p. 1139.*

Forgue, *Traitement du pied bot. N. Montpellier méd., T. 5, p. 952, 1896.*

Frank, *Sehnen- und Bänderplastik. Naturforschervers. in Aachen, 1900. (Ref. Münch. med. Wochenschr., 1900, No. 42.)*

Franke, *Ueber Sehnenüberpflanzung. Archiv f. klin. Chir., Bd. 52, Heft 1.*

Ghillini, César, *Pes valgus paralyticus. Neues Verfahren der Sehnentransplantation. Centralbl. f. Chir., 1895, No. 14.*

Gibney, *Operative procedures in orth. surgery. Transact. of the Americ. Orth. Assoc., Vol. 10, 1897, p. 215.*

Gluck, *Ersatz exfoliierter Sehnenstücke durch zusammengeflochtene Catgutfäden. (Berlin. med. Gesellschaft, 19. Nov. 1884.) Deutsche med. Wochenschr., 1884, No. 48.*

Derselbe, *Ueber reparative Chirurgie. Berlin. klin. Wochenschr., 1892.*

Gocht, *Beitrag zur Lehre von der Sehnenplastik. Zeitschr. f. orthopäd. Chir., Bd. 7, Heft 1.*

Derselbe, *II. Orthopädenkongreß 1903 zu Berlin.*

Goldthwait, *Tendon transplantation etc. Med. Surg. Journ., 1895, p. 447; Transactions of the Americ. Orth. Assoc., Vol. 8 und Boston Med. Surg. Journ., 1896, Jan. 9.*

Derselbe, *The direct transplantation of muscles. Transact. of the Americ. Orth. Assoc., Vol. 10, 1897.*

Heusner, *Zur Behandlung der Kniegelenkskontrakturen. Chir. Kongreß 1901. (Ref. Centralbl. f. Chir., No. 29, S. 148.)*

Hoffa, *Die Sehnenplastik und ihre Verwendung. Sitzungsbericht der Würzb. med. Gesellsch., 18. Mai 1899. (Ref. Münch. med. Wochenschr., 1899, No. 30.)*

Derselbe, *Experimentelles zur Sehnenplastik. Naturforschersammlung zu Hamburg 1901 und Münch. med. Wochenzchr., 1901, No. 51.*

Derselbe, *II. Orthopädenkongreß 1903 zu Berlin.*

Joachimsthal, *Sehnentransplantation. Encyklopädische Jahrbücher, 8. Jahrgang, 1898.*

Kirmisson, *Pied bot varus etc. Revue d'Orth., 1899, No. 3.*

Krause, *Ersatz des gelähmten Quadriceps. Deutsch. med. Wochenschr., 1902, No. 7 u. 8.*

Krynski, *Uebertragung der Funktion einzelner Muskeln. Medycyna, 1895, No. 15. (Ref. Centralbl. f. Chir., 1895, No. 37.)*

Kunik, *Funktionserfolge der Sehnentransplantation. Münch. med. Wochenschr., 1901, No. 7.*

Lange, F., *Ueber periostale Sehnenverpflanzung. Naturforschervers. München 1899.*

Derselbe, *Ueber periostale Verpflanzung. Münch. med. Wochenschr., 1900, No. 15, und Zeitschr. f. orthopäd. Chir., Bd. 8, Heft 1.*

Derselbe, *Ueber seidene Sehnen. Naturforschervers. zu Hamburg 1901 und Münch. med. Wochenschr., 1902, No. 1.*

Derselbe, *II. Orthopädenkongreß 1903 zu Berlin.*

Lipburger, *Beitrag zur Sehnentransplantation. Centralbl. f. Chir., 1895, S. 538.*

Little, *Cases of infantile paralysis etc. Brit. med. Journal, 1900, Sept. 1. (Ref. Centralbl. f. Chir., 1900, No. 45.)*
Maydl, *Deutsche Zeitschrift für Chirurgie, Bd. 18, S. 109.*
Milliken, *A new operation for deformeties. Med. Record, 1895, Okt. 26.*
Derselbe, *Tendon grafting. Med. Record, 1896, p. 133.*
Derselbe, *On tendon grafting. New York Record, 1896, Nov. 28.*
Monod, *Progrès méd., 1887, No. 26.*
Müller, *Ueber Sehnenüberpflanzung. Zeitschr. f. klin. Med., Bd. 38, Heft 4/6, und Naturforschervers. in Aachen 1900.*
Nicoladoni, *Ueber Sehnentransplantation. Aus d. chir. Sektion der 54. Versammlung deutsch. Naturforscher und Aerzte in Salzburg.*
Parrish, *A new operation etc. New York Med. Journ., 1892, p. 402.*
Derselbe, *Tendon grafting. New York Med. Record, 1896, p. 71.*
Partsch, *Ueber Operationen an der Sehne. Bresl. Zeitschr., 1888, No. 11, S. 129.*
Péraire et **Mally**, *Traitement chir. du pied bot etc. La Médecine moderne, 1898, 5. Okt., ff.*
Piéchaud, *Congrès franç. de chir. 1897.*
Phelps, *Pes talus. Acad. méd. New York, april 1894. (Ref. Revue d'Orthop., 1894.)*
Phocas, *Transplantation musculo-tendineuse etc. Revue d'Orth., 1893, p. 454.*
Reichard, *Ueber Sehnenverpflanzung. Berl. klin. Wochenschr., 1902, No. 7.*
Rochet, *Lyon méd., 1897, No. 34.*
Roersch, *Contribution à l'arthrodèse. Revue de Chir., 1892, No. 6.*
Schanz, *Demonstration in der Dresdener Gesellschaft für Heilkunde. (Ref. Münch. med. Wochenschr., 1902, No. 14, S. 591.)*
Derselbe, *II. Orthopädenkongreß 1903 zu Berlin.*
Tilanus, *Behandlung von Paralysen etc. Weekblaad voor Geneesk, 1898, No. 23.*
Tillaux, *Virchow-Hirsch, 1869, Bd. 2.*
Derselbe, *Suture par anastomose des tendons etc. Société de Chirurg., 2. Nov. 1876.*
Townsend, *Transplantation of the hand. Transactions of the Amer. Orth. Assoc., Vol. XIII.*
Tubby, *Results of tendon grafting. Brit. med. Journ., 1901, S. 585.*
Vulpius, *Zur Kasuistik der Sehnentransplantation. Münch. med. Wochenschr., 1897, No. 16.*
Derselbe, *Das Indikationsgebiet der Sehnenüberpflanzung. Klin. therap. Wochenschr., 1899, No. 11.*
Derselbe, *Ueber die Behandlung des Klumpfußes. Die ärztliche Praxis, 1899, No. 2.*
Derselbe, *Ueber die Sehnenüberpflanzung. Internat. med. Kongreß zu Paris 1900 und Revue de pédiatrie, Bordeaux 1900, Octobre.*
Derselbe, *Die Erfolge der Sehnenüberpflanzung etc. Petersburger med. Wochenschr., 1900, No. 34.*
Derselbe, *Sehnenüberpflanzungen. Demonstration auf d. süddeutsch. Neurologenkongreß. (Ref. Münch. med. Wochenschr., 1902, No. 22, S. 939.)*
Derselbe, *Die Sehnenüberpflanzung und ihre Verwertung in der Behandlung von Lähmungen, Leipzig, Veit & Co., 1902.*
Derselbe, *Referat auf dem II. Orthopädenkongreß zu Berlin, 1903.*
Wallerstein, *Münch. med. Wochenschr., 1899, No. 39.*
Winkelmann, *Zur Behandlung des Klumpfußes. Deutsch. Zeitschr. f. Chir., Bd. 39, 1894, S. 109.*
Wolff, *Ostale Ueberpflanzung. Hamburger Naturforscherversammlung. (Ref. Centralbl. f. Chir., 1901, No. 47, und 1902, No. 7, S. 204, und Deutsche med. Wochenschr., 1902, No. 18.)*

D. Ueber Sehnendefekte.

Anger, *Centralblatt für Chirurgie, 1875, S. 384.*
Bouglé, *Greffe tendineuse etc. Bull. de la Soc. de Chir. de Paris, T. 27, p. 193.*
Dawbarn, *Annals of Surgery, June 1896.*
Jochner, *Chirurgische Mitteilungen. Münch. med. Wochenschr., 1900, No. 46, S. 1596.*
Kümmell, *v. Esmarchs Festschrift, 1893, S. 411.*
Derselbe, *Verhandlungen der Naturforscherversammlung 1896, Bd. 2, Lief. 2, S. 116.*
Lange, *Ueber seidene Sehnen. Naturforschervers. zu Hamburg 1901.*
Derselbe, *Münch. med. Wochenschr., 1902.*
Derselbe, *II. Orthopädenkongreß, Berlin 1903.*
Petersen, *Naturforscherversammlung zu Hamburg 1901. (Ref. Centralbl. f. Chir., 1901, No. 47.)*
Peyrot, *Bull. de la Soc. de Chir., 5. Mai 1886.*

E. Ueber Sehnenverkürzung.

Bardenheuer, *Naturforscherversammlung zu Aachen 1900.*
Frank, *Ibidem.*
Hoffa, *Münch. med. Wochenschr., 1901, No. 51.*
Lange, F., *Münch. med. Wochenschr., 1902, No. 13.*

F. Ueber Operationen an der Gelenkkapsel.

Corsi, *Lussazione recidivante della spalla curata con l'accorciamento della capsula articolare. Riforma med., 1895, No. 35.*
Le Dentu, *Traitement des luxations récidivantes. (Séance de l'Acad. de Méd., 10 avril 1894. France méd., 1894, No. 15.)*
Lange, F., *II. Orthopädenkongreß Berlin 1903.*
Steinthal, *Zur operatorischen Behandlung der habituellen Schultergelenksluxation. Med. Korrespondenzbl. d. Württ. ärztl. Landesvereins, 1895, No. 14.*

Operationen am Skelettsystem.

Von

Geh. Medizinalrat Prof. Dr. **A. Hoffa**, Berlin.

Die orthopädischen Operationen am Skelettsystem dienen dem Zwecke, Deformitäten der Knochen und der Gelenke zu beseitigen. Zur Erreichung dieses Zieles können wir zwei Wege einschlagen, das unblutige Verfahren und das blutige, bei dem in offener Wunde Verkrümmungen der Knochen und fehlerhafte Gelenkstellungen ausgeglichen werden. Die erstere, naturgemäß viel ältere Methode besteht in dem manuell oder durch maschinelle Hilfsmittel bewirkten Zerbrechen deformierter Knochen und in dem gewaltsamen Geraderichten der in fehlerhafter Stellung fixierten Gelenke, dem Brisement forcé. Geschieht dieses Brisement nicht an Gelenken, sondern an den Knochen selbst, so verdient es hier seinen Namen in der Tat. Gewöhnlich aber wird es gerade hier nicht gebraucht, man bezeichnet vielmehr das gewaltsame Zerbrechen der Knochen als Osteoclasis.

Die Osteoclasis

ist anwendbar bei deform geheilten Frakturen, bei rachitischen Verkrümmungen, bei Deformitäten der Gelenke und schließlich bei Ankylosen in zur Funktion unbrauchbarer Stellung des Gliedes. Der künstliche Knochenbruch kann dabei sowohl in der Diaphyse als in der Epiphyse oder in der Epiphysenlinie vorgenommen werden.

Sind die zu brechenden Knochen noch weich, so kann man das Zerbrechen mit der Händekraft allein vornehmen, indem man das Prinzip des zweiarmigen oder des einarmigen Hebels verwertet. Im ersteren Falle stemmt man den Scheitel der Krümmung als Hypomochlion gegen seine beiden Daumen oder gegen sein Knie, oder auch gegen ein gepolstertes Gestell (z. B. den Königschen Keil) und bricht ihn durch, während man ihn mit beiden Händen möglichst nahe an der gewünschten Bruchstelle faßt, ebenso wie man einen Stab über dem Knie bricht. Im zweiten Falle fixieren Assistenten den betreffenden Teil oberhalb der anzulegenden Bruchstelle, indem sie denselben mit ihren Händen wie in einem Schraubstocke festhalten, während der Operateur selbst unterhalb der Bruchstelle anfaßt und nun den peri-

pheren Gliedabschnitt nach der Seite hinzieht, welche jener entgegengesetzt ist, an welcher die Infraktion zu beginnen hat. Dieses letztere Vorgehen ist entschieden schwerer ausführbar als das erstere, wegen der schwierigen Fixation der zentralen Partie. Man bevorzugt daher im allgemeinen die Osteoklase nach dem Prinzip des zweiarmigen Hebels und greift zu der zuletzt geschilderten Methode nur dann, wenn der zentrale Extremitätenteil sehr kurz ist, wie z. B. bei Ankylosen des Hüftgelenkes, wo der Bruch im Schenkelhalse oder doch in dessen unmittelbarer Nähe zu stande kommen soll. Empfehlenswert ist noch ein Verfahren, das allerdings nur für jüngere Patienten in Betracht kommt; es erstrebt den Knochenbruch mit Hilfe einer Tischkante. Man legt das betreffende Glied mit seinem Krümmungsscheitel auf die mit einer Lage Filz gepolsterte Tischkante, fixiert den zentralen Teil mit der einen Hand und bricht mit der anderen den peripheren Teil über der Kante als Hypomochlion ab.

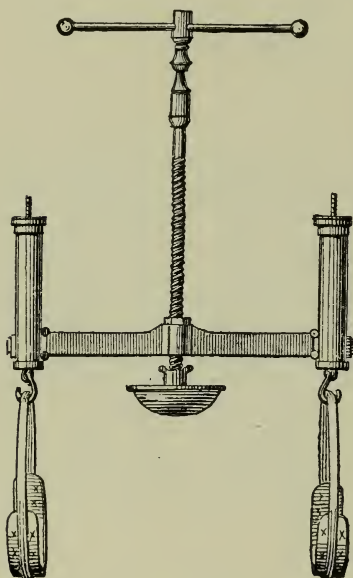


Fig. 218.

Das manuelle Zerbrechen der Knochen hat den nicht zu beseitigenden Nachteil, daß man niemals weiß, ob die Fraktur auch wirklich an der beabsichtigten Stelle eintreten wird. Vielfach tritt sie an unerwünschten Stellen ein, und dann kann die Deformität nicht einmal ausgeglichen werden. Ferner hat man die Richtung des Bruches gar nicht in der Hand. Anstatt des beabsichtigten Querbruches erhält man zuweilen Schief- oder gar Splitterbrüche. Endlich ist der manuellen Osteoklase eine Grenze gesetzt durch die Festigkeit der Knochen; sie läßt sich nämlich nur bei weichen Knochen ausführen, versagt aber überall, wo ein pathologischer Prozeß zu einer Sklerosierung des Knochens geführt hat.

Alle diese Nachteile führten schon früh zu Versuchen, die Händekraft durch Maschinen zu ersetzen. Nachdem man zunächst den Flaschenzug versucht und dann eine Reihe von knochenzerbrechenden Vorrichtungen, die sogenannten Dysmorphosteopalinklasten konstruiert hatte, hat die vorgeschrittene Technik das Problem dieser Apparate, der Osteoklasten, annähernd vollkommen gelöst.

Nachdem Rizzoli (1847) zunächst ein brauchbares Instrument angegeben hatte, folgten mit noch besseren Robin, Collin, Ferrari, Lorenz und Grattan. — Der Apparat von Rizzoli (Fig. 218) wirkt nach Art des zweiarmigen Hebels. Er besteht aus zwei Ringen, welche um die Enden des zu brechenden Knochens, nicht zu weit von der Bruchstelle entfernt, herumgelegt werden und als Gegenhalt für einen Stempel dienen, der durch Schraubenwirkung gegen die einzubrechende Stelle des Knochens vorgetrieben wird. Mit diesem Apparate gelingt es leicht, selbst harte Knochen zu zerbrechen. Dabei geht es aber niemals ohne eine stärkere Quetschung der Weichteile ab, und auch die Richtung der Bruchlinien ist nicht immer die er-

wünschte. Namentlich in der Nähe der Gelenke richtet der Rizzolische Osteoklast öfters Schaden an, indem die Gelenkbänder leiden und das Gelenk dadurch schlotterig wird. Frei von diesen Mängeln sind die Instrumente, welche im Jahre 1882 fast gleichzeitig von Dr. Robin in Lyon und dem Instrumentenmacher Collin in Paris erfunden wurden. Der Robinsche Osteoklast wirkt nach dem Prinzip des einarmigen Hebels und überwindet absolut sicher die Nachteile der manuellen, nach diesem Prinzip ausgeführten Osteoklase, indem er einmal eine absolut sichere Fixation des zentralen Gliedabschnittes gestattet und zweitens die Möglichkeit gewährt, den Angriffspunkt der Kraft in die nächste Nähe des Fixationspunktes zu versetzen. Weiterhin erzeugt man, wie wiederholte anatomische Untersuchungen gezeigt haben, sicher Querbrüche mit dem Apparat, und endlich sind die Läsionen der Weichteile, wie Hunderte von praktischen Erfahrungen gelehrt haben, auch die denkbar geringsten und jedenfalls ohne bleibenden Nachteil für die Patienten.

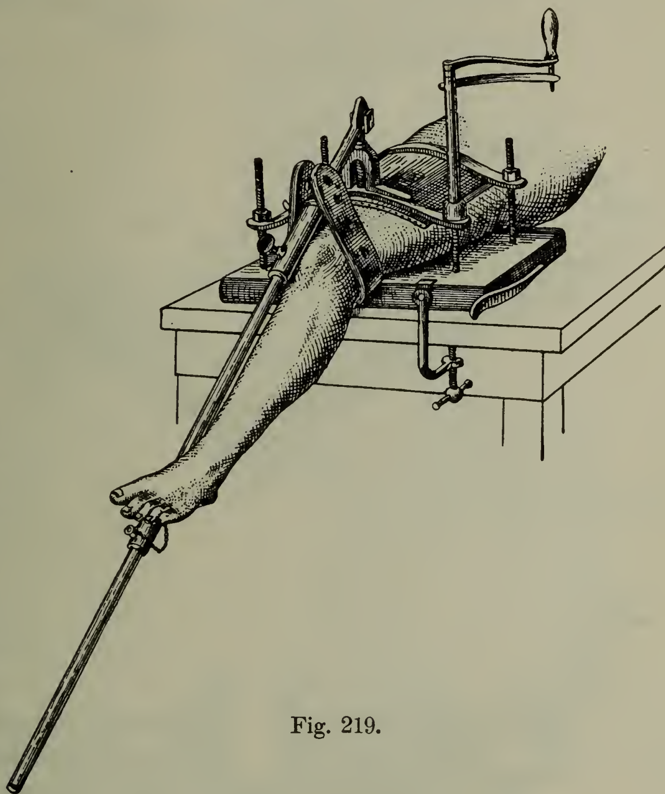


Fig. 219.

Die Anwendung dieses Apparates geschieht in der in Fig. 219 abgebildeten Weise. Es soll hier behufs Redressierung eines Genu valgum ein suprakondylärer Querbruch der Oberschenkeldiaphyse ausgeführt werden. Aus der Zeichnung erhellt, daß die Kraft des Stangenhebels eine ganz enorme ist. Der Angriffspunkt der Kraft ist aber trotzdem so klein, daß die geringste Knochenfläche dazu genügt; man kann also die Fraktur in beliebiger Nähe des Gelenkes erzeugen. Der Knochen wird durch das Emporheben des Stangenhebels von unten nach oben gebrochen. Durch vorsichtige, langsame und stetige Handhabung des Hebels hat man es dabei völlig in der Hand, den Knochen nur einzubrechen oder ganz durchzubrechen; die Bruchlinien verlaufen aber sicher quer. Ist einmal die gewünschte Infraktion oder die Fraktur entstanden, was sich durch plötzliches Nachgeben und durch ein krachendes Geräusch kundgibt, so muß die

Stangenwirkung sofort unterbrochen werden. Ein einfacher Druck auf einen Hebel genügt dann, um die Extremität in demselben Augen-

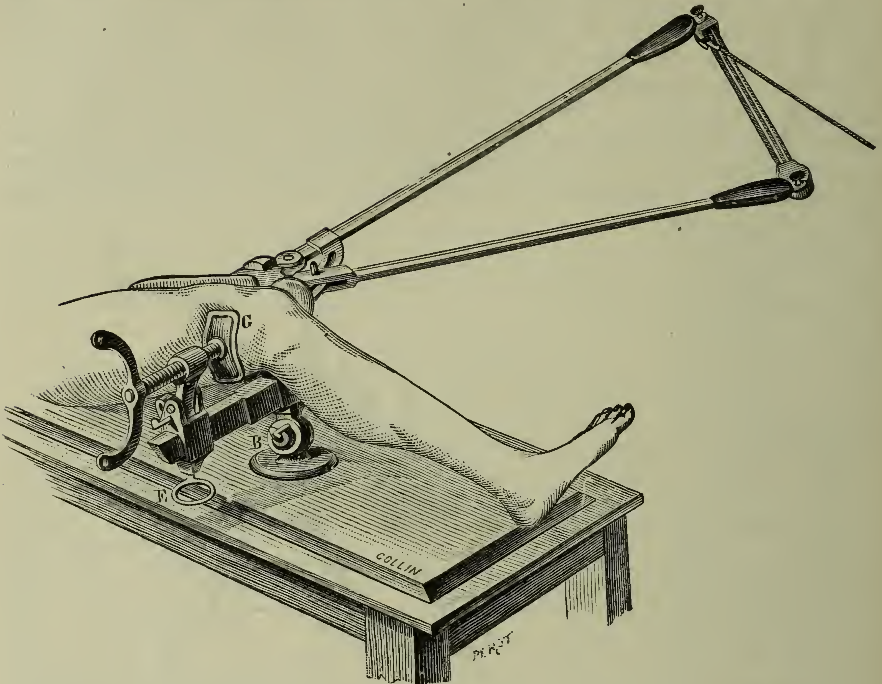


Fig. 220.

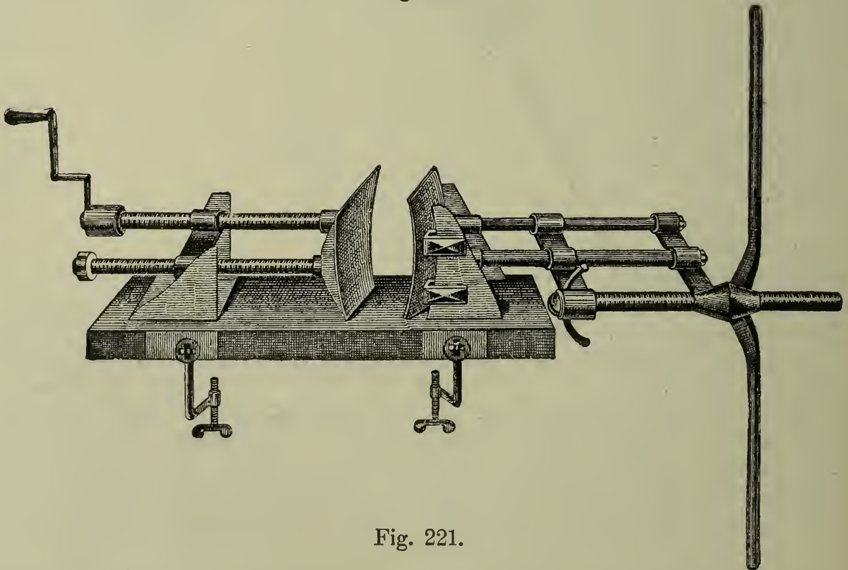


Fig. 221.

blick aus der Klemme zu befreien und den Apparat in seine Komponenten zu zerlegen. Dieser Apparat hat indessen den Nachteil, daß er nur in antero-posteriorer Richtung wirkt, und daß daher nach

vollendeter Osteoklase das Redressement der Deformität erst als Akt für sich vorgenommen werden muß. Diese Nachteile vermeidet der Collinsche Apparat, da in ihm — beispielsweise beim Redressement eines Genu valgum — der Oberschenkel von beiden Seiten wie in einem Schraubstocke gefaßt und der Knochen sogleich in der gewünschten Richtung von außen nach innen abgebrochen wird (Fig. 220). Seine fassenden Backen sind Hohlrinnen von ungleicher Länge. Die längere, an welcher mittelst eines Scharnieres der Hebel befestigt ist, kommt gegen die Außenseite, die kürzere, über welche der Knochen abgebrochen wird, an die Innenseite des Oberschenkels zu liegen. Das Abbrechen selbst geschieht durch eine gegen den äußeren Oberschenkelkondylus wirkende Druckplatte. Dabei wird der Hebel nicht mit der Hand, sondern durch einen am freien Hebelende wirkenden Flaschenzug in Bewegung gesetzt, wodurch eine kräftigere und vor allem stetigere Wirkung erzielt wird. Auch hierbei sind Weichteilverletzungen ausgeschlossen; in der Regel werden Querbrüche ohne Splitterung erzielt. Epiphysenlösungen kommen gewöhnlich nicht zu stande, vielmehr bricht der Knochen fast ausnahmslos 1—2 Querfinger breit oberhalb der Epiphysenlinie ab (Heusner).

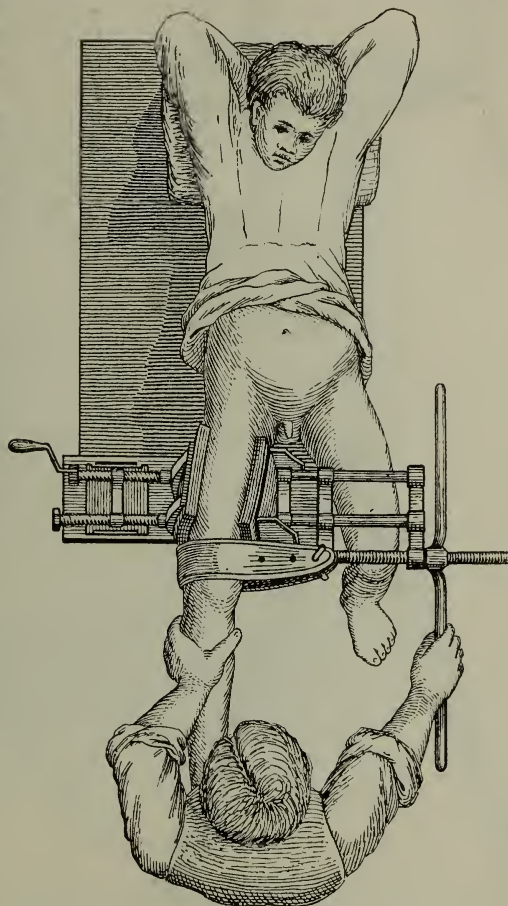


Fig. 222.

Als einer der besten Osteoklasten muß zur Zeit der von Lorenz konstruierte angesehen werden. Auch Lorenz nimmt die Osteoklase stets nur in einer der Deformität entgegengesetzten Richtung vor, und so erreicht er gleichzeitig mit der Osteoklase auch die Korrektur der Deformität. Der Lorenzsche „Redresseur-Osteoklast“ (Fig. 221) setzt sich in seiner ursprünglichen Form aus zwei, aus starkem Stahl gearbeiteten Teilen zusammen, welche in eine solide Eichenholzplatte eingelassen sind, dem Fixationsapparat und einer Flügelschraube samt Führung, mittelst welcher die Gewalt ausgeübt wird. Seine Anwendungsweise erhellt aus Fig. 222. Nehmen wir wieder an, daß es sich um das Redressement eines Genu valgum handelt, so wird der Oberschenkel zwischen die beiden eisernen, mit Gummischeiben gepolsterten Backen gefaßt; die eine dieser Platten steht fest, die andere

kann mittelst einer Schraubenspindel bewegt und dem Gliede genau angepaßt werden. Mittelst einer kräftigen, an der Flügelschraube befestigten Lederschlinge wird nun das Glied über dem unteren Rande der feststehenden Backe als Hypomochlion abgebrochen. Ist die gewünschte Fraktur erzeugt, so hat man damit auch sofort das Redressement der Deformität vollzogen, und es kann daher auch die definitive Fixierung der Extremität durch einen exakt anzulegenden Kontentivverband sofort erfolgen. Der LORENZsche Apparat ist nun nicht nur ein Osteoklast, sondern auch speziell in seiner Modifikation von STILLE ein vorzüglicher „Redresseur" anderweitiger Deformitäten, wovon weiter unten noch die Rede sein wird.

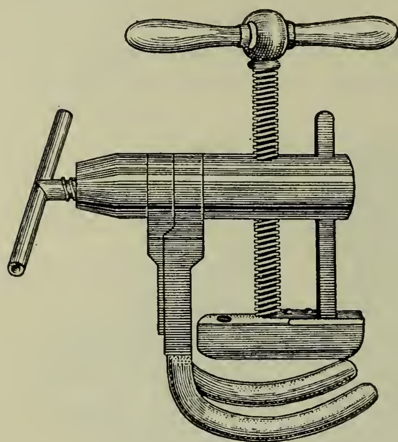


Fig. 223.

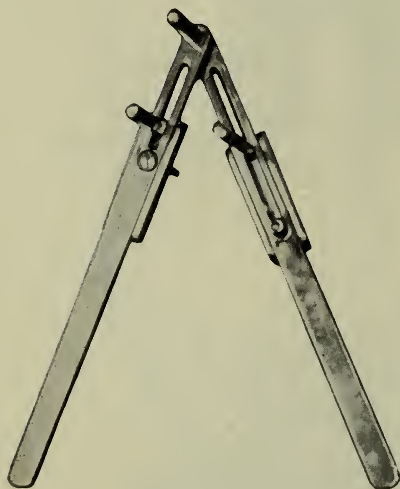


Fig. 224, *1.*

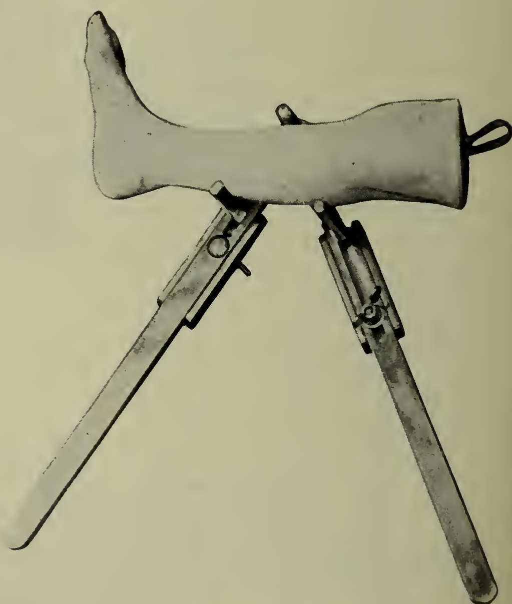


Fig. 224, *2.*

Viel einfacher, aber ebenfalls recht brauchbar ist der Ende der 80er Jahre von GRATTAN in Cork angegebene Osteoklast, der nach dem RIZZOLIschen Prinzip konstruiert ist. Dieser sehr handliche Apparat, den wir in einer Modifikation von PHELPS abbilden (Fig. 223), besteht aus zwei durch eine Spreizvorrichtung verstellbaren, stählernen Armen, auf welche das zu brechende Glied gelegt wird. Den Bruch erzeugt ein von der entgegengesetzten Richtung her dagegengeschraubter Stahlbügel. Da die stählernen Unterstützungsarme nur wenige Querfinger breit auseinanderstehen, ist es möglich, den Bruch mit großer Präzision an der gewünschten Stelle zu erzeugen und so-

gar ganz nahe an den Gelenken zu operieren. Nach den Erfahrungen amerikanischer Kollegen funktioniert dieser Osteoklast ausgezeichnet und ist in der mannigfaltigsten Weise zu verwenden.

Kurz erwähnt sei der von Halstead-Meyers in New York konstruierte Redressionsapparat (Fig. 224 *1* u. *2*). Er besteht aus zwei Hebelarmen mit je einem senkrechten, verschieblichen Zapfen, die sich um ein Scharnier drehen, in dessen Auge sich ein dritter, ebenso wie die anderen mit Gummi überkleideter Zapfen befindet. Das Glied wird nun in der Weise von dem Instrument gefaßt, daß der feststehende Zapfen an die Stelle der gewünschten Fraktur gelegt wird, die beiden anderen an die entgegengesetzte Seite des Gliedes. Durch



Fig. 225.

allmähliche Entfernung der beiden Hebelarme voneinander werden die beweglichen Zapfen gegen den feststehenden vorgeschoben, wodurch schließlich ein Biegungsbruch erzeugt wird. Allerdings rücken die beweglichen Zapfen gegen den fixierten nicht geradlinig vor, sondern weichen in Kreisbogen auseinander. Hierdurch wird die so wie so schon mangelhafte Fixation sehr beeinträchtigt und eine genaue Lokalisation der Kraftwirkung unmöglich gemacht.

Eine geschickte Kombination ist der von Heusner in Barmen angegebene Osteoklast, der die Mängel anderer Instrumente vermeidet und eine vielseitige Verwendung ermöglicht (Fig. 225). „Seine Grundlage ist ein Parallelschraubstock mit niedrigen Backen, wie er gewöhnlich bei Metallhobelbänken benutzt wird; zur Kraftleistung dient wiederum der Hebel. Dadurch, daß beide Backen gegeneinander

laufen, ist ein rasches Einspannen des Gliedes möglich. Die Spannweite dieser Backen ist, um bezüglich der Dicke der zu fassenden Gegenstände ganz unbeschränkt zu sein, $^1/_2$ m groß gewählt. Backen und Triebspindel sind erst auf festem Holze und dann auf einer Aluminiumplatte montiert, die an ihrem überragenden Rande 4 Löcher trägt zur Befestigung des Apparates am Operationstisch mittelst eingesenkter Mutterschrauben. Auf den Backen stehen daumendicke Stahlzapfen von 15 cm Länge, auf welche die zum Fassen der Glieder dienenden Platten aufgeschoben werden. Auf der einen Backe befinden sich zwei solcher Zapfen, handbreit voneinander entfernt, auf der anderen drei, von denen aber nur der mittlere, etwas weiter nach vorn tretend, zur Aufnahme der Platte bestimmt ist, während die beiden anderen zum Festhalten derselben dienen. Während nämlich die mit zwei Stiften befestigte Platte beim Zudrehen unverrückbar feststeht, kann die auf einen Stift aufgeschobene sich in horizontaler Richtung drehen und wird mittelst zweier Hilfsschrauben, welche durch die freigebliebenen Zapfen verlaufen, nach Bedarf gegen die Oberfläche des Gliedes gepreßt. Die Platten sind kurze Hohlrinnen aus dickem Metallblech, welche nach der Rundung der Gliedmaßen gebogen und an der hohlen Seite mit festliegendem Filzpolster und Lederüberzug versehen sind. Da die Glieder nicht alle dieselbe Rundung und Größe haben, ist eine ganze Auswahl von Platten vorgesehen. Sämtliche Platten sind infolge der Zapfenvorrichtung leicht auswechselbar und werden durch untergeschobene Stellringe in die gewünschte Höhe gebracht. Zum Abbrechen der Glieder benützt Heusner einen Hebel von ca. 1 m Länge, welcher an einem Ende gabelförmig gespalten ist. Die Aeste der Gabel endigen mit Ringen, welche auf die Zapfen der Schraubstockbacken passen. An den Außenrändern der Aeste sind Knopfstifte angebracht zur Befestigung der beim Abbrechen benützten Schlinge. Letztere besteht aus einer mit Filz überzogenen flachen Kette, deren unbedeckte Endglieder zum Anhaken an die Knopfstifte benützt werden. Die Kette ist nur etwa zwei Finger breit, schmiegt sich dem Gliede besser an als eine steife Metall- oder

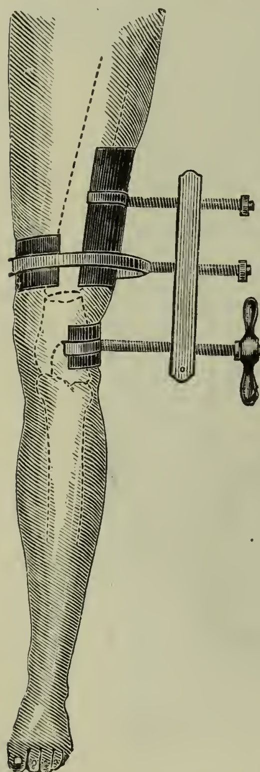


Fig. 226.

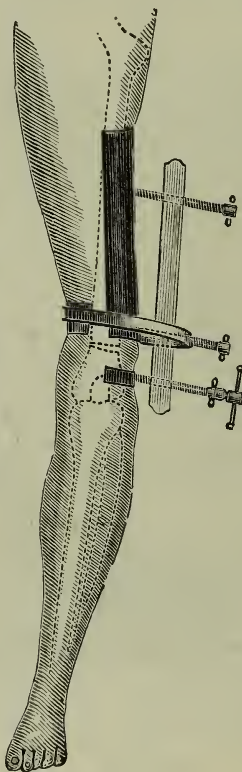


Fig. 227.

Lederschlinge und besitzt doch die nötige Festigkeit. Beim Gebrauche wird der Hebel gleichzeitig mit der entsprechenden Platte auf den Zapfen, vor welchem das Abbrechen ausgeführt werden soll, in der Weise aufgeschoben, daß er die Flügel der Platte zwischen seine Zinken faßt. Nunmehr wird die Kette um das Glied gelegt und der Knochen durch Umlegen des Hebels gebrochen."

Einfach, aber nicht so zuverlässig wirkt der von Ferrari erfundene Osteoklast, dessen Form und Wirkungsweise die Figg. 226 und 227 zur Genüge veranschaulichen.

Der Graffsche Redresseur-Osteoklast ist hauptsächlich zu dem Zwecke konstruiert, eine genügende Differenzierung der Zugrichtung zu ermöglichen. Der Apparat (Fig. 228) besitzt zur Ausübung der Traktion ein Zahn- und Triebwerk. Das Triebwerk hat den Vorteil leichterer Aptierung zum Objekt und gleichmäßigerer Kraftübertragung. Auch sind Veränderungen des Angriffspunktes und der Zugrichtung schneller auszuführen. Die Festlegung der Extremität geschieht auch

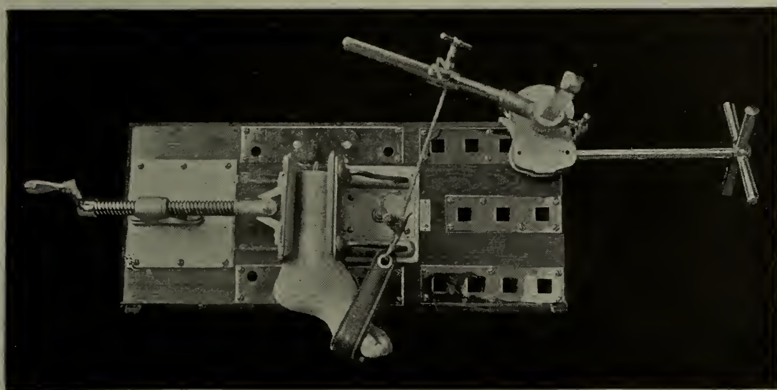


Fig. 228.

hier wieder in einer festen und in einer mobilen Backe, auf die je ein dickes Gummipolster gelegt wird. Die mobile Backe ist durch eine Schraubvorrichtung schnell beweglich und auch in seitlicher Richtung verschieblich, so daß sie sich auch einem an Umfang schnell zunehmenden Körperteil gut anpassen kann. Das Triebwerk besitzt einen vertikal aufsteigenden, starken viereckigen Zapfen, welchem in einer Schleifbüchse veränderlich der Zughebel aufgesetzt ist. In gleicher Weise gleitet der Kopf für den Traktionszügel auf dem Hebel; auch er ist verstellbar. Das ganze Triebwerk ist nun sehr einfach umzusetzen, indem in die Unterlage in 3 Reihen angeordnet 11 verschiedene viereckige Löcher eingelassen sind, in die der unterste Zapfenteil des Triebwerkes eingestellt wird. Man braucht also nur, wenn man die Zugrichtung verändern will, den obersten Teil des Zapfens zu ergreifen, ihn mitsamt dem Triebwerk herauszuziehen und in ein anderes Loch hineinzustecken. Die Hebelstange selbst ist auch auf dem Zapfen verschieblich, so daß auch die Höhe der Zugwirkung genau abgepaßt werden kann. Die Kraftentfaltung ist sehr gleichmäßig und mittelst einer bequemen Schraube leicht dosierbar. Zur Ausübung von Achsenzügen kann dem viereckigen Zapfen noch eine

Rolle aufgeschoben werden, die durch den Gang des Triebwerkes das Zugseil einfach aufwickelt (Fig. 229). Für Osteoklasieen gibt Graff den Rat, den Traktionszügel so anzulegen, daß der Ort, an dem die Osteoklasis stattfinden soll, ungefähr in der Mitte zwischen Zügel und Fixationsbacke liegt; oder man fixiert das Glied kurz vor der Brechungsstelle und legt den Zügel nicht weit davon an (Graff).

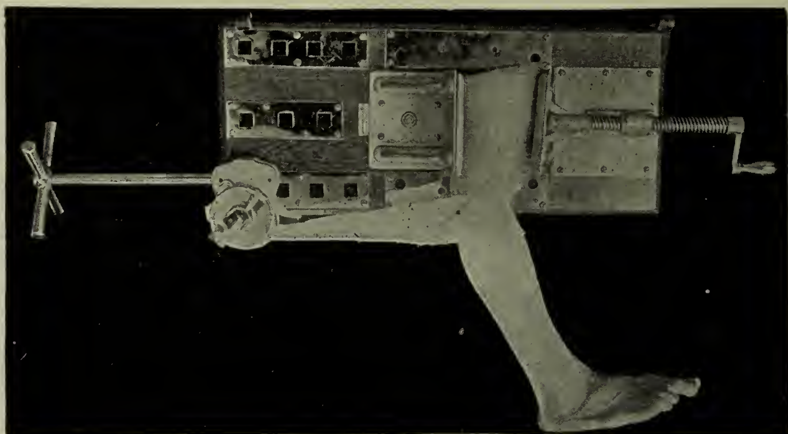


Fig. 229.

Der jüngste Osteoklast stammt von Tunstall-Taylor in Baltimore (Fig. 230). Seine Grundlage bildet ein T-förmiges, schweres Metallstück, auf dessen oberem kürzeren Schenkel zwei verschiebliche, feststellbare eiserne Bogen angebracht sind. Gegen diese feststehenden Bogen kann ein kleinerer, gepolsterter Bogen mit Hilfe eines rechtwinklig abgebogenen Hebels vorgeschoben werden. Durch Herabdrücken des längeren Hebelarmes gleitet dieser Metallbogen in seiner auf einem weiteren Metallbogen montierten Führung mit großer Energie vor und bewirkt eine Biegungsfraktur im Sinne der Korrektion

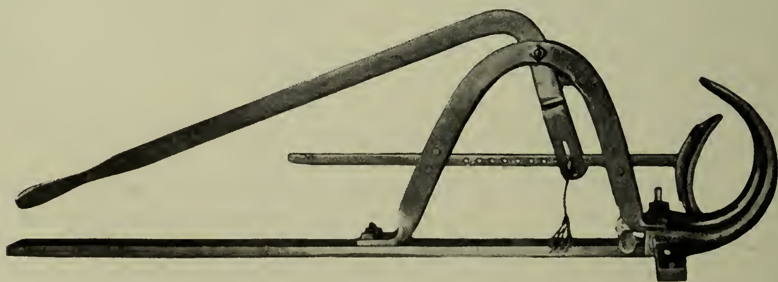


Fig. 230.

der Knochendeformität, wenn man den Scheitel der Verkrümmung dem beweglichen Bogen entgegenstellt. Der Apparat, dessen Wirkungsweise die nachstehende Fig. 231 zeigt, ist leicht anzulegen und von überraschend schneller Wirkung. Ich selbst habe ihn erst zweimal in Anwendung bringen können, so daß ich mir ein endgültiges Urteil über seine Brauchbarkeit noch vorbehalten muß.

Im Anschlusse an die Beschreibung dieser Apparate sei hier noch ein kürzlich von Reiner empfohlenes Instrument angeführt, das zur Ausführung der unblutig operativen Epiphyseolyse bei



Fig. 231.

Genu valgum adolescentium dient (Figg. 232 und 233). Es besteht aus einer entsprechend dimensionierten Grundplatte, welche mittelst zweier Schraubenzwingen am Operationstische befestigt wird und einen Block trägt, der mittelst einiger Bajonettverschlüsse in fester Verbindung mit der Grundplatte steht. Die obere Fläche dieses Blockes ist nicht horizontal gestellt, sondern gegen den Operateur zu leicht abfallend in einem Winkel von etwa 20° gegen die Horizontale geneigt. Der dem Operateur zugewendete Rand dieses Blockes ist zur Form eines niedrigen Keiles mit abgerundeter oberer Kante zugeschnitten; dieser Keil ist vom übrigen Blocke durch eine Rinne getrennt, welche bequem für einen Finger des Operateurs Raum geben

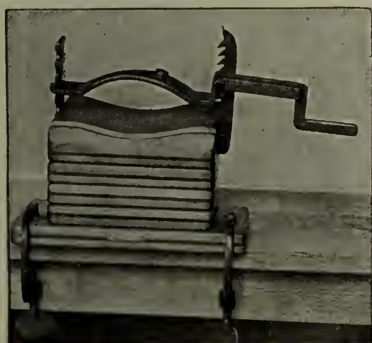


Fig. 232.

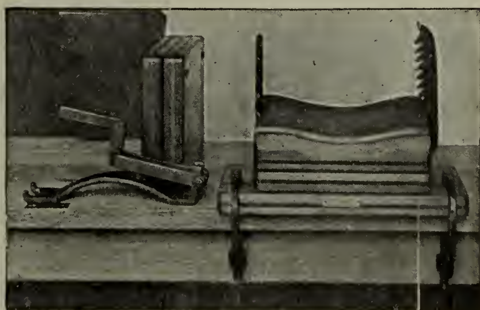


Fig. 233.

muß. Die Kante des Keiles springt über das Niveau der oberen Fläche des Blockes nicht hervor, sondern liegt in einer (abfallenden) Ebene mit derselben. Auf diesem Block, der nur durch ein mehrfach zusammengelegtes Leinen- oder Flanelltuch gepolstert werden darf, wird nun das zu operierende Bein gelagert. Das Knie kommt

hierbei mit seiner medialen Fläche auf die obere Fläche des Blockes derart zu liegen, daß die Stelle der Epiphysenfuge auf dem Keile aufruht. Es ist dies ein Punkt, der am Knie ca. 1—1½ cm oberhalb der größten Ausladung des Condylus internus gelegen ist. Um diesen Punkt mit Sicherheit einstellen und dauernd kontrollieren zu können, muß der Operateur mit dem Zeigefinger in die oben beschriebene Rinne eingehen, welche entlang dem Keile, zwischen diesem und dem übrigen Blocke, verläuft. Der Mittelfinger derselben Hand wird gleichzeitig außen vom Keile an die mediale Fläche des Kniegelenks herangeführt, so daß der Keil jetzt gewissermaßen zwischen Zeige- und Mittelfinger eingeschoben ist (Fig. 234). Gleichzeitig wird die Palma manus und der ausgestreckte Daumen flach dem Kniegelenke aufgelegt, während die zweite Hand die andere Seite des Kniegelenkes umfaßt. Der Druck nach abwärts, d. h. in deformitätskonträrer Richtung, den nun die beiden Hände ausüben, wird noch



Fig. 234.

wesentlich dadurch verstärkt, daß der Operateur noch seinen rechten Vorderarm mit der Ulnarseite auf den Unterschenkel der Länge nach auflegt und durch Vermittlung des Ellbogengelenkes desselben Armes einen Teil seines Körpergewichts im Sinne der Redression wirken läßt.

Der Patient muß dabei stets so gelagert werden, daß der nach abwärts ausgeübte Druck auch ein wenig im Sinne der Ueberstreckung des Kniegelenkes wirkt. Die Immobilisierung des Oberschenkels auf dem Blocke geschieht mittelst eines bogenförmigen, stark gebauten Bügels, der linkerseits (vom Operateur) seinen Stützpunkt in entsprechenden Ausschnitten einer ausgefrästen Stahlplatte findet, in welche er je nach der ungefähren Dicke des Oberschenkels eingestellt werden kann. Auf der anderen, rechten Seite befindet sich eine federnde Zahnstange, in dessen Zähne der mittelst eines umlegbaren Hebelarmes kräftig niedergedrückte Bügel eingreift. Die Weichteile des Oberschenkels werden durch eine untergelegte Gummiplatte vor Druck geschützt.

Der Akt des Redressements selbst muß sich mit langsam wachsender Kraftentfaltung vollziehen, damit der Operateur das zu redressierende

Glied stets in seiner Gewalt behält (Reiner). Bei Kindern kann es dabei leicht zu einer Infraktion kommen, was praktisch ohne Bedeutung ist, bei älteren Individuen ist dagegen die allerdings verschwindend geringe Eventualität des intraartikulären Nachgebens ins Auge zu fassen. Die Gefahr, daß komplizierende Nebenverletzungen auftreten, ist nach Reiner äußerst gering. Ebenso sind Wachstumsstörungen durch die traumatische Epiphysenlösung nach den neuesten Arbeiten von Linser und Jouon nicht zu befürchten. Die obere Altersgrenze für die Operation dürfte das 17. Jahr sein, indessen ist es immer notwendig, sich in allen Fällen, in denen es sich um ein Individuum handelt, das dem Abschlusse des Knochenwachstums nahe ist, durch ein Röntgenbild über den Zustand der Epiphysenfuge zu informieren. Reiner hält sein Verfahren für das richtigste, weil es die Deformität am Kulminationspunkte angreift; es ist auch schonender und leichter als die Osteoklase, weil es, richtig ausgeführt, die Extremität an ihrem Locus minimae resistentiae angreift.

In jüngster Zeit hat Reiner noch eine Erleichterung der Epiphyseolyse eingeführt, die wir, obwohl sie einen blutigen Eingriff bedingt, aus praktischen Gründen schon an dieser Stelle besprechen wollen. Die unblutige Epiphyseolyse versagt nämlich zuweilen, wenn es sich um Genua valga rhachitica handelt. Der Grund hierfür ist, daß in solchen Fällen das Periost stark verdickt ist und sich in festem Zusammenhange mit dem darunter liegenden Diaphysenende befindet. Leichenversuche ergaben nun, daß in solchen Fällen nach Durchschneidung des Periostes in der Höhe der distalen Epiphysenfuge des Femur die Kontinuitätstrennung in der Fuge schon bei geringer Gewalteinwirkung erfolgte. Reiner empfiehlt daher die subkutane resp. subfasciale „Periosteotomie“ mit einem stark gebauten Tenotom ohne Spitze. Für die Auffindung der Fuge gibt der laterale Epicondylus Anhalt; denn dicht über demselben befindet sich die Fuge. Etwas höher sticht man das Messer ein und tastet, nach unten fortschreitend, den Knochen ab, bis man auf ein Gewebe kommt, in welches die Schneide leicht eindringt. Nun stellt man das Messer auf die Schneide und führt, indem man es zurückzieht, den Schnitt. Hierauf dreht man das Instrument mit flachgelegter Klinge in der Wunde um und vervollständigt den Schnitt in gleicher Weise nach rückwärts, so daß die ganze laterale Portion des Periostes durchtrennt wird. Das Redressement kann man nun zumeist leicht aus freier Hand ausführen, oder man bedient sich des Reinerschen Apparates zur Epiphyseolyse. — Man kann mit ziemlicher Sicherheit darauf rechnen, daß keine Nebenverletzungen entstehen, ebenso daß keine Gefahr für die Weiterentwickelung der Extremität besteht. Die Nachbehandlung ist dieselbe wie bei der unblutig operativen Epiphyseolyse (Reiner).

Wenden wir uns den anatomischen Veränderungen zu, die durch die Osteoklase gesetzt werden, so ist es zunächst klar, daß sie verschieden sind je nach dem Zustande des frakturierten Knochens, nach dem Sitze der Fraktur und der Art des operativen Vorgehens. Für ihr Studium sind wir, da glücklicherweise nur wenig Autopsieen vorliegen, zumeist auf Leichenexperimente angewiesen, die zum Teil von Lorenz, zum größten Teil aber von französischen Forschern ausgeführt worden sind (Aysaguer, de Santi, Peyrot, Ménard, Robin und Collin). Danach ist es sicher, daß bei rhachitischen Knochen die Schwierigkeit der Operation, d. h. die Größe der dabei anzu-

wendenden Kraft mit dem zunehmenden Alter und dem fortschreitenden Sklerosierungsprozesse wächst. Bis zum zweiten Jahre sind diese Knochen in der Regel so weich, daß eine Biegung derselben ohne Kontinuitätstrennung möglich ist; ja sogar das Periost bleibt hier intakt. Im späteren Alter zerreißt fast immer das Periost, und es kommt zur wirklichen Fraktur, die in der Mehrzahl der Fälle einfach und transversal ist mit leicht gezackter Bruchfläche. Weichteilverletzungen kamen nicht zur Beobachtung; nur LORENZ fand bei erwachsenen Personen stets Druckstellen der Haut. Von Nebenverletzungen wurden bei suprakondylärer Osteoklase des Oberschenkelknochens Epiphysenlösungen beobachtet und Zerreißungen des Ligamentum laterale zum Teil mit Abriß eines Kondylenfragmentes. Schädliche Quetschungen der Nerven und Gefäße traten nicht ein; ROBIN konnte sogar nachweisen, daß eine Injektion, die im Momente der Operation mit seinem Osteoklasten in die Arteria poplitea gemacht wurde, in die Arterien des Unterschenkels drang. Auch bei den Versuchen von LORENZ wich der runde elastische Gefäßwulst stets nach der Seite aus. Bei manueller Osteoklase kamen Epiphysenlösungen nicht vor, sie fanden sich überhaupt nur bei Anwendung von Osteoklasten älterer Konstruktion oder bei fehlerhafter Ausführung der Operation. Schwere Zufälle, wie phlegmonöse Periostitis und Gelenkvereiterungen, sind äußerst selten. Häufiger sind Ergüsse in die nahe gelegenen Gelenke, die aber gewöhnlich keine besonderen Schwierigkeiten verursachen und bei geeigneter Nachbebandlung ausheilen, ohne Steifigkeiten zu verursachen. Zu erwähnen ist freilich noch, daß mehrfach Fälle beschrieben worden sind, in denen eine knöcherne Konsolidation der Fraktur ausgeblieben ist. Es handelte sich hierbei meist um schlecht genährte, heruntergekommene Individuen oder um Fälle von florider Rhachitis. Ferner darf nicht verschwiegen werden, daß einige Male nach der Operation der Eintritt einer tödlich verlaufenden Fettembolie beobachtet worden ist. Das sind aber auch die einzigen Umstände, welche die Prognose der Operation trüben könnten.

Was die Ausführung der Operation selbst anbetrifft, so kommt man, wie schon erwähnt, bei kleinen Kindern mit der manuellen Osteoklase aus, bei älteren Patienten ist man zur Anwendung eines Osteoklasten gezwungen. Für die Wahl des hierzu passenden Instrumentes lassen sich keinerlei Anhaltspunkte geben; zum Teil spielen hier rein äußerliche Verhältnisse eine Rolle, zum Teil wird persönliche Erfahrung und Uebung diese Frage im konkreten Falle entscheiden. Ich selbst bevorzuge den LORENZschen Redresseur-Osteoklasten, bin aber der Ansicht, daß sich bei vorhandener Geschicklichkeit und Uebung mit jedem der eingangs geschilderten Instrumente gleich gute Resultate erzielen lassen. Besondere Vorbereitungen zur Operation sind nicht nötig; dringend erforderlich ist aber eine tiefe Narkose, die zu vollkommener Erschlaffung der Muskulatur führt. Nach erfolgter Fraktur nimmt man am besten sofort das Redressement vor, falls dies noch nötig sein sollte, und fixiert das betreffende Glied nach den auch sonst für Knochenbrüche üblichen Regeln. Nach Osteoklasen an den unteren Extremitäten kleiner Kinder empfiehlt sich vielleicht die seiner Zeit von SCHEDE vorgeschlagene vertikale Suspension, in allen übrigen Fällen ist der zirkuläre Gipsverband vorzuziehen, der freilich in der ersten Zeit ständige Ueberwachung er-

fordert. Ist eine sorgfältige Beobachtung des Patienten aus irgend welchen Gründen nicht durchführbar, so rate ich, den Verband sofort nach seiner Anlegung der Länge nach aufzuschneiden, um der eventuell eintretenden starken Schwellung Rechnung zu tragen. Nach 5—6 Tagen wird dann der definitive Gipsverband angelegt, der an den unteren Extremitäten so fest sein muß, daß er das Umhergehen der Patienten gestattet. Ist die Fixation im Verbande eine absolute, so sind die wohl stets nach der Operation eintretenden Schmerzen weder intensiv noch anhaltend. Selbstverständlich können außer dem Gips noch alle anderen Materialien verwendet werden, die sich zu Kontentivverbänden eignen. Besonders empfehlenswert, aber aus anderen Gründen nicht immer anwendbar, ist ein HESSINGscher Schienenhülsenapparat, der besonders für die Zeit der Nachbehandlung unschätzbare Dienste leistet. Man braucht nämlich für diese Zeit abnehmbare Verbände, und wenn man es auch gelernt hat, fast alle Kontentivverbände abnehmbar zu machen, so gewährleisten sie dann doch nicht mehr eine so absolut sichere Fixation für die untere Extremität, abgesehen von der Schwierigkeit ihrer Anlegung. Unbedingt nötig ist es, schon frühzeitig mit methodischer Massage und Bewegungstherapie zu beginnen, um Gelenksteifigkeiten zu vermeiden. Das Eintreten dieser letzteren wird nicht nur durch die Immobilisation verursacht, sondern auch speziell durch die Osteoklase begünstigt. Da nämlich der durch dieses Operationsverfahren hervorgerufene Knochenbruch zumeist in der Nähe der Gelenke sitzt, kommt es, wie oben schon erwähnt wurde, häufig zu Ergüssen in die benachbarten Gelenke. Diese aus Fissuren, Periostablösung, Bänderzerreißung oder bloßer Zerrung resultierenden Ergüsse können sich bei zu langer Immobilisation des Gelenkes organisieren und auf diese Weise zu Steifigkeiten und schweren Funktionsstörungen führen. Hat sich der Erguß einmal organisiert, so wirkt jede Bewegung des befallenen Gelenkes wie eine Distorsion. Sehr häufig treten solche Ergüsse auch in der Nachbehandlungszeit ein, wenn nach Abnahme des Verbandes sofort ausgiebige Gelenkbewegungen vorgenommen werden. Ihre Behandlung besteht in Druckverbänden, Massage der zentralwärts vom Gelenk gelegenen Muskulatur und Heißluftbädern, die am besten lokal mit Hilfe der für die einzelnen Gelenke passenden Heizkästen appliziert werden. Sind schon Steifigkeiten vorhanden, so empfiehlt sich zu ihrer Bekämpfung die BIERsche Stauung mit anschließender direkter Massage des Gelenkes und fleißigen aktiven und passiven Bewegungen des Gelenkes am besten in Pendelapparaten. Auch Umschläge mit Moorerde und Fango leisten hier gute Dienste. Die stets eintretende Muskelatrophie des fixierten Gliedes läßt sich durch eine etwa vierwöchige systematische Massage- und Gymnastikkur mit Sicherheit beseitigen.

Die viel ventilierte Frage des Verhältnisses der Osteoklase zu einer anderen Operationsmethode, der linearen Osteotomie, kann erst nach Besprechung dieses Verfahrens erörtert werden; es sei diesbezüglich auf den Abschnitt „Osteotomie“ verwiesen.

Das Brisement forcé

ist ein Verfahren, das, analog der plötzlichen Dehnung der Weichteilkontrakturen, danach strebt, Gelenke, die in falscher Stellung ankylosiert sind, durch Gewaltanwendung in ihre richtige Stellung zu überführen.

Diese Operation, die von Louvrier eingeführt worden ist, wurde in ihrer heutigen Technik vorzüglich durch v. Langenbeck ausgebildet. Ihr Name „Brisement forcé“ ist insofern nicht gut gewählt, als es sich dabei nicht sowohl um ein eigentliches Brechen, als um ein gewaltsames Dehnen und Zerreißen der Teile handelt. Sie ist nämlich eigentlich nur anwendbar bei bindegewebigen Gelenkverwachsungen. Wirkliche knöcherne Ankylosen setzen der Operation einen unüberwindlichen Widerstand entgegen; nur am Ellenbogengelenk ist es mehrfach gelungen, selbst Knochenbrücken zu zerbrechen. Indessen können auch die Weichteilschrumpfungen so hohe Grade erreichen, daß man mit dem unblutigen Verfahren allein nicht zum Ziele kommt, sondern seine Zuflucht zum Messer nehmen muß, um den Widerstand der sich spannenden Weichteile (Haut, Fascien, Muskeln, Bänder und Gelenkkapseln) zu überwinden. Wenn schon durch diese Umstände das Indikationsgebiet des reinen Brisement forcé eingeschränkt wird, so erfährt es eine noch bedeutendere Verengerung durch verschiedene dem Verfahren anhaftende schwerwiegende Nachteile, die schon an dieser Stelle erwähnt werden sollen.

Zunächst ist es äußerst schwierig, die angewendete Kraft richtig zu dosieren und genau auf die gewünschte Stelle wirken zu lassen. Es kommt infolgedessen, zumal dann, wenn man an zu langem Hebelarm arbeitet oder wenn die Fixation des Gliedes eine ungenügende ist, zu Epiphysenlösungen und zu Frakturen in der Nähe der Gelenke. Noch erleichtert wird das Eintreten dieser unglücklichen Zufälle dadurch, daß es sich bei diesen Operationen zumeist um atrophische Knochen handelt, die besonders brüchig sind. Andere Nebenverletzungen sind Subluxationen oder auch vollständige Luxationen der Gelenke, Zerreißungen von Narben und Gefäßzerreißungen, die zu nachfolgender Gangrän des peripheren Teiles der Extremität führen können und dadurch die Amputation nötig machen. Zuweilen erlebt man auch, wenn man an Gelenken operierte, die infolge vorausgegangener Entzündungen ankylosiert waren, eine akute Wiederanfachung des scheinbar ausgeheilten Entzündungsprozesses. Namentlich bei Ankylosen im Gefolge der Osteomyelitis hat man durch das Brisement forcé wieder eine akute Osteomyelitis auftreten sehen (Oberst); doch ist auch z. B. der Ausbruch einer akuten Miliartuberkulose nach der Operation beobachtet worden (Szumann). Zur Erklärung muß man annehmen, daß in diesen Fällen die in abgekapselten Bindegewebsräumen schlummernden Mikroorganismen durch die Operation wieder in Freiheit gesetzt wurden und nun von neuem ihre verderbliche Tätigkeit entfalten konnten. Es kommen daher von den auf tuberkulöser Basis beruhenden Gelenkversteifungen für die Operation höchstens die in Betracht, bei denen die Entzündung längst ausgeheilt und ohne Eiterung verlaufen ist.

Auf den möglichen Eintritt eines weiteren unglücklichen Zufalles, der Fettembolie, hat vor kurzem erst wieder Payr aufmerksam gemacht. Diese Gefahr liegt besonders nahe bei erweichten Knochen mit bedeutendem Fettgehalt. Preindlsberger fand in einem solchen tödlich verlaufenen Falle von Lipämie keinen Knochenbruch, sondern nur Blutungen in dem Mark und dem Periost. Die Untersuchung der Lungen zeigte, daß die Kapillaren mit Fett vollgestopft waren. Eine Untersuchung der Hirnkapillaren mußte leider unterbleiben, da die Erlaubnis zur Sektion der Schädelhöhle verweigert wurde.

Erwähnen will ich schließlich noch, daß ich 2mal bretthrte Infiltrationen des Musculus quadriceps femoris nach dem Brisement forcé des Kniegelenkes gesehen habe. Immerhin kann ich, auf meine persönliche Erfahrung gestützt, sagen, daß solche üble Folgen nach dem Brisement recht selten sind, wenn man die Fälle richtig auswählt. Es gibt Operateure, die das Verfahren 100mal ohne jeden Nachteil für den Patienten ausgeführt haben.

Die Technik der Operation ist derjenigen ähnlich, welche die gewaltsame Dehnung der geschrumpften Weichteile anstrebt. Man umfaßt die in den ankylosierten Gelenken zusammenstoßenden Extremitätenteile mit den Händen, hütet sich aber davor, an zu langen Hebelarmen zu arbeiten, um Knochenbrüche sicher zu vermeiden. Hat man die Teile gefaßt, so macht man in der Regel zunächst kleine



Fig. 235.

Flexionsbewegungen und geht dann abwechselnd mit diesen zu immer stärker werdenden Extensionsbewegungen über, um das Gelenk mobil zu machen. Schließlich bringt man durch Druck mit den aufgelegten Händen, während ein Assistent kräftig extendiert, ein anderer die Contraextension besorgt, das Gelenk in die gewünschte Lage. Die Sprengung der Verwachsungen erfolgt dabei in der Regel unter deutlichem Krachen, und nach gelungener Operation kann man die Bewegungen des Gelenkes nach allen Seiten hin leicht ausführen.

Das Wesentliche zum Gelingen der Operation ist eine tiefe Narkose, so daß alle Weichteile erschlafft sind. Sind die Weichteile derartig geschrumpft, daß sie nicht völlig erschlaffen können, so wird dieser Widerstand durch die zuerst eingeleiteten Flexions- und Extensionsbewegungen überwunden. Gelingt dies nicht, so werden die kontrakten Gewebe am besten vor Ausführung des eigentlichen Brisements subkutan oder in offener Wunde durchschnitten. Namentlich sollte man dies immer tun bei Narben, die am Knochen adhärieren.

Ebenso beseitigt man stets den Widerstand von seiten der am Femur adhärierenden Patella, indem man diese mit Hilfe des Meißels ablöst.

Die Technik des Brisement forcé an den einzelnen Gelenken ist im wesentlichen nur durch die verschiedenartige Fixation der letzteren verschieden. Die obere Extremität stemmt man am besten gegen die eigene Brust an. Das Becken fixiert man am besten nach dem Vorschlage Gersunys, indem man in Rückenlage des Patienten das gesunde Bein im Knie- und Hüftgelenk so stark beugt, daß dasselbe der Brust des Patienten aufliegt (Fig. 235). Das Kniegelenk streckt man am besten in Bauchlage des Patienten, ebenso wie man dies bei der Dehnung reiner Weichteilkontrakturen tut (Fig. 236). Zum Teil sind auch schon die Methoden der Fixation für das Brisement einzelner Gelenke angegeben worden. Die größten Schwierigkeiten hat in dieser Beziehung immer das Hüftgelenk verursacht, da selbst die oben erwähnte Gersunysche Methode der Beckenfixation nicht absolute Unbeweglichkeit gewährleistet und außerdem zu große Anforderungen an die Assistenz stellt. Für diesen Fall hat Dollinger ein Verfahren angegeben, das eine einwandfreie Fixation in temporärem Gipsverbande gestattet. Dollinger verwendet zwei Stangen, wie sie zuerst von Dittl bei Beckenverbänden angewendet wurden. Diese Stangen haben einen Durchschnitt von 1 cm, sind glatt poliert und überragen die Länge des Patienten um etwa 20 cm. Die einen Enden der Stangen werden nun auf den Rand eines Tisches nebeneinander, die anderen Enden auf ein Gestell, welches die Höhe des Tisches hat, voneinander so weit entfernt gelegt, daß die Stangen etwa einen Winkel von 30—40° einschließen. Nehmen wir einen konkreten Fall an, eine gewöhnliche coxitische Beugekontraktur, so wird der mit Watte umhüllte Kranke so auf die Stangen gelegt, daß sein Kopf auf einem die Stangenenden bedeckenden Polster ruht und die Wirbelsäule der ganzen Länge nach die Stangen berührt, also keine Lordose bildet. Dann werden die Stangen beiderseits zwischen das Tuber ischii und den großen Trochanter dirigiert, die gesunde Extremität so auf ihre Stange gelegt, daß diese hinter den inneren Knöchel gelangt, die kranke im Hüftgelenk kontrahierte Extremität sich hingegen mit der Sohle auf ihre Stange stützt. Ein Assistent hält dann den Kranken an den Oberarmen, ein anderer aber fixiert dann die Füße an den Stangen (Fig. 237). Nun wird zunächst der Rumpf und das Becken sowie die gesunde Extremität mit breiten Gipsbinden eingegipst; die Gipsbinden umgeben gleichzeitig auch die Eisenstangen, fixieren also den

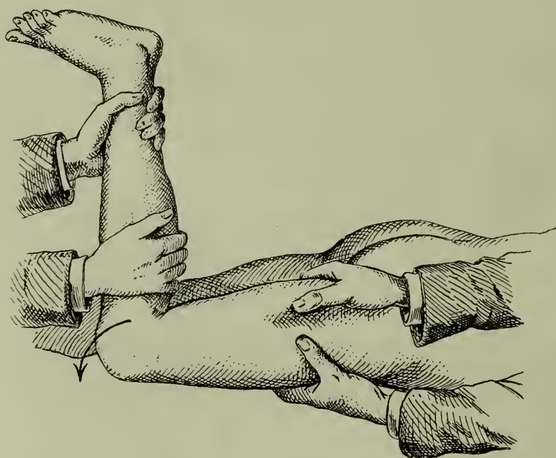


Fig. 236.

Oberkörper fest an die Stangen. Die Aufgabe dieses Teiles des Verbandes besteht darin, während des nun folgenden Brisements das Becken zu fixieren und zu verhindern, daß sich die Wirbelsäule während des Streckens der Flexion lordotisch nach vorwärts biege. Der Verband muß daher recht fest und dick angelegt werden.



Fig. 237.

Während nun der Gips hier erhärtet, faßt der Assistent, der die Füße hält, den Unterschenkel des kranken Beines über dem Sprunggelenk, legt den inneren Knöchel neben die Stange und streckt nun das Hüftgelenk mit mäßiger, langsam anwachsender Kraft und immer größeren Extensionsbewegungen. Ist die größtmögliche Extension erreicht, so wird der Verband vom Becken auf den kranken Ober- und Unterschenkel fortgesetzt und auf diese Weise die ganze Extremität an die Eisenstange anbandagiert (Fig. 238). Ist dann der Gips völlig hart, so werden die Eisenstangen nach unten herausgezogen und der Gipsverband des gesunden Beines entfernt.

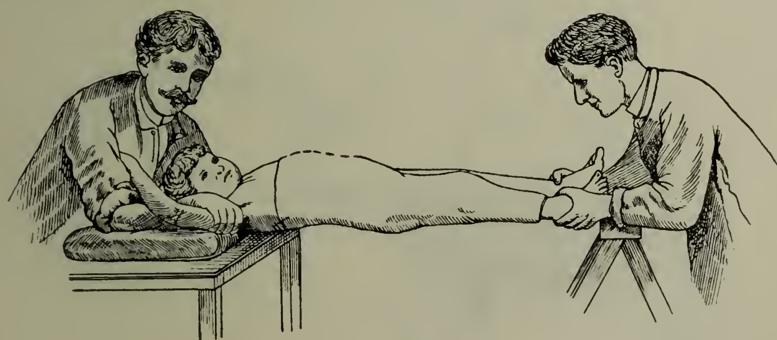


Fig. 238.

Selbstverständlich kann man zur Fixierung eines der beiden Komponenten des zu behandelnden Gelenkes mit gutem Erfolge die meisten der oben beschriebenen Osteoklasten verwenden, die je nach ihrer Konstruktion die verschiedenartigste Benützung gestatten. Am brauchbarsten erweist sich auch hier der Lorenzsche Osteoklast, der es ermöglicht, die Kraft in verschiedenen Ebenen wirken zu lassen.

Speziell für das Hüftgelenk hat LORENZ noch einen sinnreich erdachten „Hüftredresseur“ angegeben, der seinen Hauptwirkungskreis in der Bekämpfung von Beuge- und Adduktionskontrakturen findet, indem er das kurze Bein herunterzieht und abspreizt, das lange aber gleichzeitig hinaufschiebt. Die beistehende Abbildung erläutert das

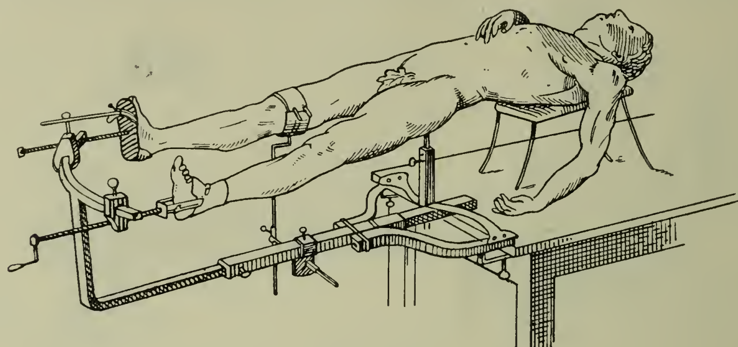


Fig. 239.

Verfahren wohl ohne weiteres (Fig. 239). Beugekontrakturen beseitigt man zunächst in der Art, wie es gleichfalls die beistehende Abbildung (Fig. 240) am besten zeigt.

Auch für das Brisement forcé des Kniegelenkes sind eigene Redressionsapparate konstruiert worden. Wir bilden zunächst denjenigen ab, den BRADFORD erfunden und den dann GOLDTHWAIT modifiziert hat (Fig. 241). An dem Apparat BRADFORDS ist an zwei seitlichen Schienen eine Knieknappe an Riemen befestigt; des weiteren befindet sich an einem Bügel, der rückwärts den Unterschenkel umgreift, eine Platte, welche mittelst einer Schraube gerade von hinten

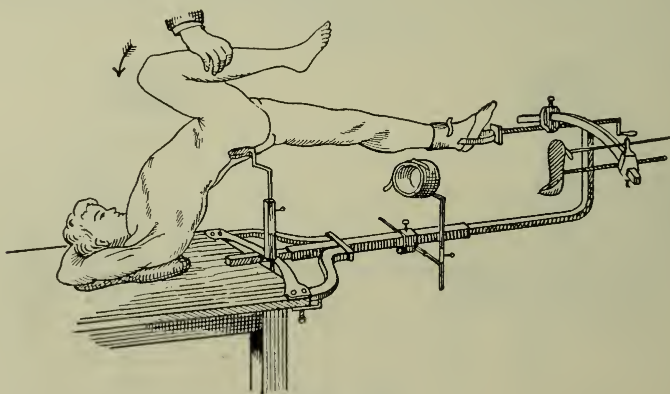


Fig. 240.

gegen den Kopf der Tibia angepreßt wird. GOLDTHWAIT bringt dagegen die Schraube vorn an und hebelt nun, wie aus der Abbildung ersichtlich ist, den Unterschenkel nach vorn; die von GOLDTHWAIT mit diesem Verfahren erzielten Resultate sind recht befriedigende. Ein anderes instrumentelles Vorgehen, das sich als eine Nachbildung des manuellen Brisements bezeichnen läßt, hat sich GROSS sehr bewährt.

Der Grosssche Apparat geht in seiner Gestalt und Anwendungsweise unmittelbar aus den nachstehenden Abbildungen (Figg. 242 und 243) hervor.

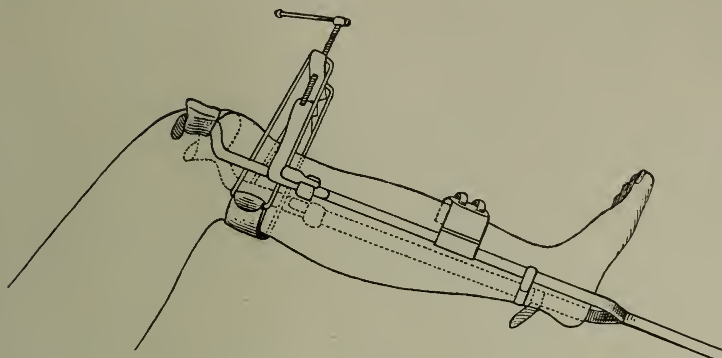


Fig. 241.

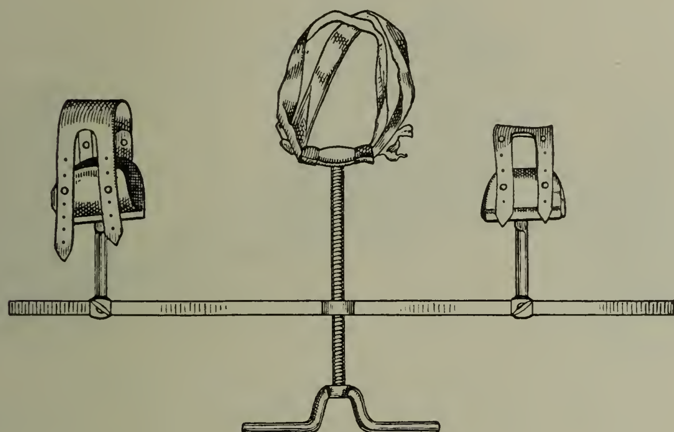


Fig. 242.

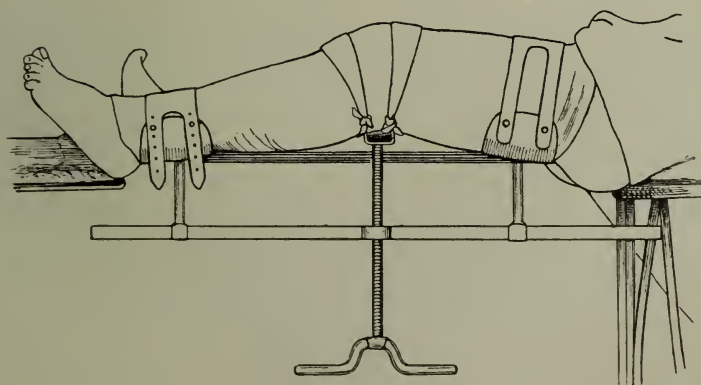


Fig. 243.

Es würde uns zu weit in das Gebiet der speziellen Orthopädie führen, wollten wir hier alle Vorrichtungen beschreiben, die zur ge-

waltsamen Geraderichtung ankylosierter Gelenke konstruiert worden sind. Wir wenden uns daher der Nachbehandlung zu, die zunächst in der Anlegung eines festen Verbandes noch in tiefer Narkose des Patienten zu bestehen hat. Der Verband soll neben der Ruhigstellung des Gelenkes noch eine gewisse Kompression auf das Gelenk und die Zirkulation der Extremität ausüben. Am besten eignet sich zur Erfüllung dieser beiden Aufgaben ein rasch erhärtender Gipsverband, den man durch Einlegen von Schusterspänen oder Blechschienen namentlich an der Beugeseite des Gelenkes nach Möglichkeit verstärkt. Dieser Verband bleibt mindestens 14 Tage liegen, während die Extremität hochgelagert wird. In den ersten Stunden nach Anlegung desselben klagen die Patienten über heftige Schmerzen, die man durch eine Morphiuminjektion oder durch Auflegen einer Eisblase auf den Gipsverband lindern kann. Wenn man den Grundsatz befolgt, nicht jede winkelige Ankylose in einer Sitzung strecken zu wollen, wenn man sich vielmehr in schwierigen Fällen zunächst mit einem halben Resultat begnügt und die Operation erst bei einer zweiten oder dritten Wiederholung zu Ende führt, so fahren die Patienten dabei am besten und haben nach der Operation am wenigsten Beschwerden. Die spezielle Ausbildung dieses teilweisen Vorgehens, des „Etappenverfahrens", verdanken wir J. Wolff.

Den ersten Verband lassen wir also mindesens 14 Tage liegen. Dann nehmen wir ihn ab, um mit der Massage und der Ausführung passiver Bewegungen zu beginnen. Die Erfolge des Brisements werden in der Hauptsache ja mehr auf eine Verbesserung der Stellung des Gliedes als auf die Herstellung einer freien Beweglichkeit des Gelenkes hinzielen. Immerhin haben wir aber, seitdem wir die ältere Lehre, den ersten Verband 6 Wochen liegen zu lassen, nicht mehr befolgen, sondern nach spätestens 2—3 Wochen mit der Massage und Gymnastik des Gelenkes beginnen, in einer Reihe von Fällen Beweglichkeit der Gelenke erzielt, die bei zu langem Liegenbleiben der ersten Verbände sicher ausgeblieben wäre.

Was geschieht denn durch das Brisement forcé? Die Adhäsionen werden zerrissen und dadurch unbedingt Blutergüsse zwischen die Gelenkenden gesetzt. Fixieren wir nun die redressierten Gelenke nach der Operation wieder durch Wochen hindurch, so werden diese Blutergüsse sicher wieder durch Bindegewebe substituiert werden. Bewegen wir aber die Gelenke frühzeitig und massieren wir sie namentlich rationell, so können wir diese bindegewebige Umwandlung der Exsudate verhindern und so der Wiederverwachsung der einzelnen Gelenkteile vorbeugen.

Die ersten Massagesitzungen, namentlich die Ausführung der ersten passiven Bewegungen sind, wie schon erwähnt, für den Patienten äußerst schmerzhaft. Ich habe dieselben in letzter Zeit dadurch erträglicher gemacht, daß ich vor jeder Sitzung, die ich übrigens täglich wiederhole, die Injektion einer 10-proz. Kokaïnlösung in das Gelenk hinein vornehme. Nachteile habe ich davon nie gesehen. Nach der mechanischen Behandlung des Gelenkes wird dasselbe wieder in dem abnehmbar gemachten Gipsverbande oder einem anderen portativen Apparate fixiert. Oefter lege ich auch wohl zunächst eine Flanellbinde und darüber eine Gummibinde über das Gelenk an, um für kurze Zeit eine elastische Kompression desselben auszuüben. Nach etwa 4—5 Wochen entferne ich den festen Verband vollständig und

ersetze ihn durch einen Schienenhülsenverband, der die notwendigen Bewegungen auszuführen gestattet.

Hat man von vornherein die Absicht, ein steifes Gelenk zu erzielen, so läßt man den ersten Verband 4—6 Wochen liegen, um ihn dann noch mehrmals zu erneuern, bis das Gelenk die nötige Festigkeit erhalten hat.

In letzter Zeit hat sich STAFFEL über das Brisement forcé und besonders über die zweckentsprechendste Nachbehandlung geäußert. Nach seinen Ausführungen führt die gewaltsame Mobilisierung versteifter Gelenke gewöhnlich nicht zu einem Resultat, das zu den aufgewendeten Mühen und den ausgestandenen Schmerzen in richtigem Verhältnis steht. Wolle man sich nicht auf eine bloße Stellungsverbesserung beschränken, sondern das ideale Ziel, die Beweglichkeit des Gelenkes erreichen, so dürfe die Fixation nicht über 48 Stunden nach dem Brisement ausgedehnt werden. In dieser Zeit ist aber selbst die kleinste Gelenkbewegung wegen der damit

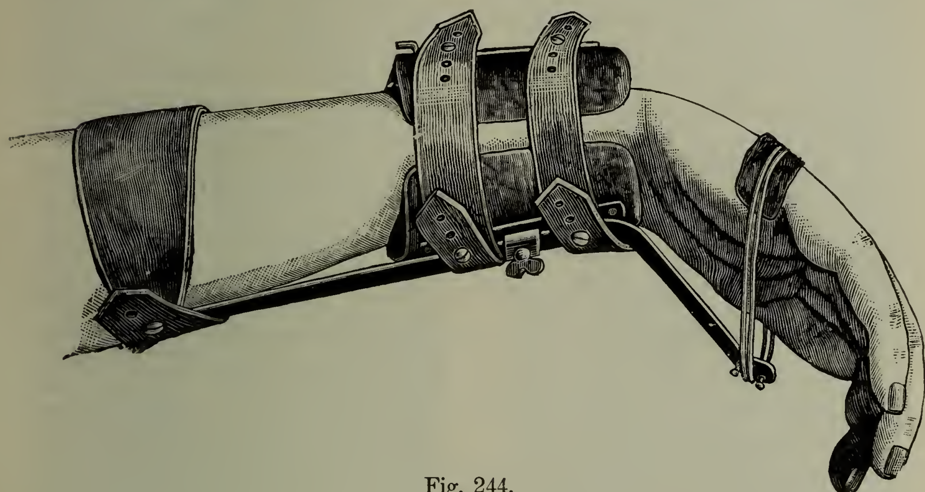


Fig. 244.

verbundenen enormen Schmerzen direkt unmöglich. Hiergegen gibt nun STAFFEL ein Hilfsmittel an, mit dem er überraschende Erfolge erzielen konnte: Es ist der bekannte Schienenhülsenapparat mit starken elastischen verstellbaren Zügen, der natürlich schon vor der Operation angefertigt werden muß, um zwei Tage danach angelegt werden zu können. Der Gummizug hat sich bei STAFFEL als das einzige Mittel bewährt, „mit dem sich nach dem Brisement forcé das Gelenk innerhalb der Grenzen, die man in der Narkose geschaffen hat, schmerzlos oder doch in durchaus erträglicher Weise hin- und herbewegen läßt“. Während er für das Ellbogengelenk einen HESSINGschen Schienenhülsenapparat benützt, ist sein Apparat für Hand und Finger wesentlich einfacher (Fig. 244). Seine Grundlagen bilden 2 Filzplatten, die am Vorderarm festgeschnallt werden. Auf einer dieser Filzplatten wird volar oder dorsal je nach Bedarf eine zweckmäßig abgebogene Bandstahlschiene aufgeschraubt, gegen welche die Hand resp. die Finger mittelst Gummizügen herangeholt werden. STAFFEL benützt dazu die allenthalben zum Umschnüren gebrauchten Gummibändchen,

weil sich ihre Wirkung durch Hinzufügung neuer Bändchen leicht bis zum gewünschten Effekt steigern läßt. Mit dieser einfachen Vorrichtung hat STAFFEL gute Erfolge erreicht. Dasselbe Prinzip hat früher schon BLANC angewendet, der ebenfalls die Elastizität eines Gummiringes verwertet, um die allmähliche Streckung einer Flexionskontraktur zu erreichen (Fig. 245). Schließlich wollen wir noch den Apparat REIBMAYRS für das Handgelenk abbilden (Fig. 246), um zu zeigen, in wie verschiedener Weise man im gegebenen Falle abwechselnd Dorsal- und Volarflexion erreichen kann. Noch sicherer als alle diese Vorrichtungen wirkt der von mir angegebene Apparat, der aus der Abbildung (Fig. 247) ohne weiteres verständlich ist. Als sehr zweckmäßig hat sich mir in neuester Zeit auch der Schraubenredressionsapparat von GOLEBIEWSKI erwiesen, der es ermöglicht, minimalste Bewegungen auszuführen, und exakte Dosierung gewährleistet. Ich bilde denselben, angelegt an einer meiner Patientinnen, ab in gestreckter und gebeugter Haltung des Armes (Fig. 248 und 249). Es hatte in diesem Falle eine postscarlatinöse Arthritis zur Ankylose des Ellbogengelenkes geführt.

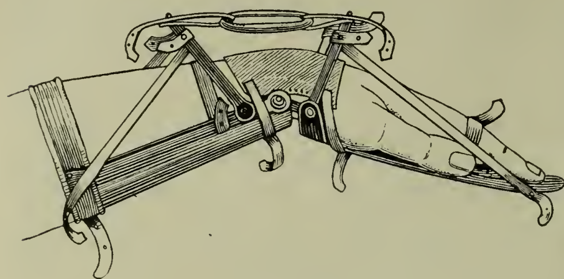


Fig. 245.

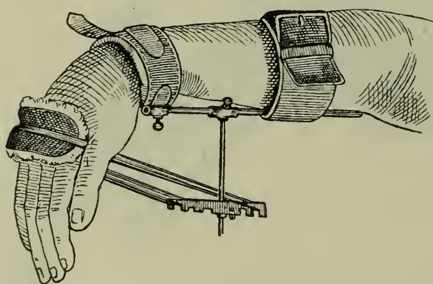


Fig. 246.

Fast unzählig sind die Redressions- und Zugvorrichtungen, die im Laufe der Zeit angegeben worden sind. Welche Vorrichtung man nun aber auch wählt, stets ist die Behandlung mittelst derselben und der vorher genannten Mittel (Massage und Gymnastik) durch Wochen und Monate hindurch konsequent fortzusetzen, denn sonst entstehen auch bei scheinbar ganz mobilen Gelenken sehr leicht Rezidive. Wir raten zu einem solchen Versuch überhaupt nur bei erwachsenen Patienten mit

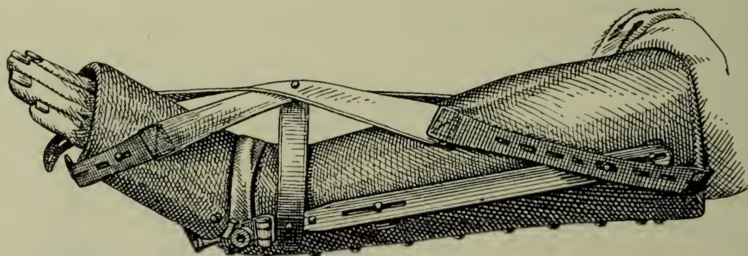


Fig. 247.

großer Energie, denn das hier geschilderte Verfahren erheischt eine große Ausdauer von seiten des Patienten und auch des Arztes. Will der Patient absolut ein bewegliches Gelenk haben, kann er aber auf die lange Dauer dieser Behandlung nicht eingehen, so kann man dasselbe durch eine entsprechende Operation erreichen, die Arthrotomie, resp. Arthrolysis (J. Wolff) oder durch die Resektion der Gelenkenden, die bei knöchernen Ankylosen das einzige Mittel ist, ein brauchbares Glied zu erhalten. Auf alle diese Methoden soll weiter unten bei Besprechung der blutigen Operationen noch näher eingegangen werden.



Fig. 248.



Fig. 249.

Anhangsweise sei bei diesem Kapitel noch ein Verfahren erwähnt, das nach seinem Erfinder das Calotsche genannt wird und die gewaltsame Geraderichtung des durch tuberkulöse Spondylitis hervorgerufenen Buckels zum Ziel hat. Calot bediente sich hierzu nur der Händekraft, indem er den Buckel des tiefnarkotisierten, in horizontaler Extension befindlichen Patienten einfach eindrückte und das gewonnene Resultat in einem Kopf und Rumpf umschließenden Gipsverbande festhielt. Die anfängliche Begeisterung für diese Methode war rasch verflogen, nachdem Todesfälle infolge

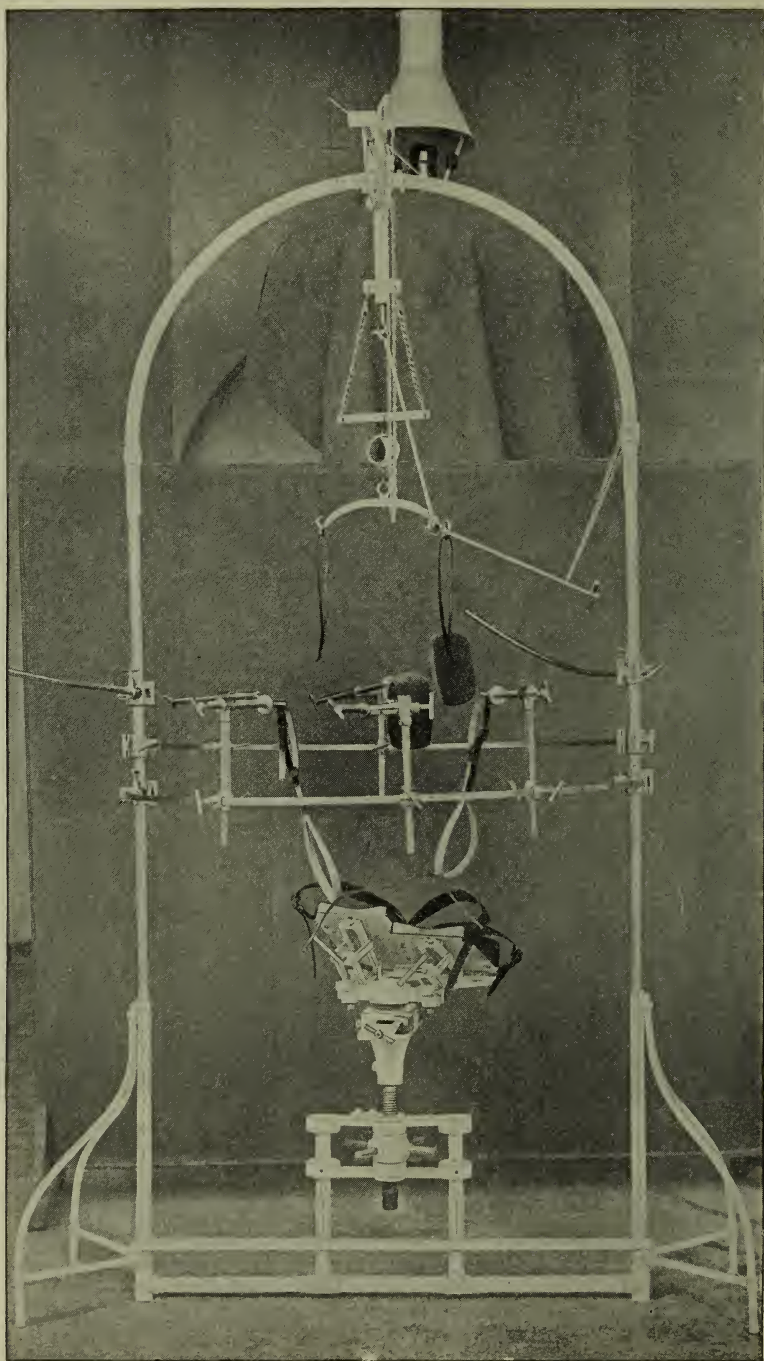


Fig. 250.

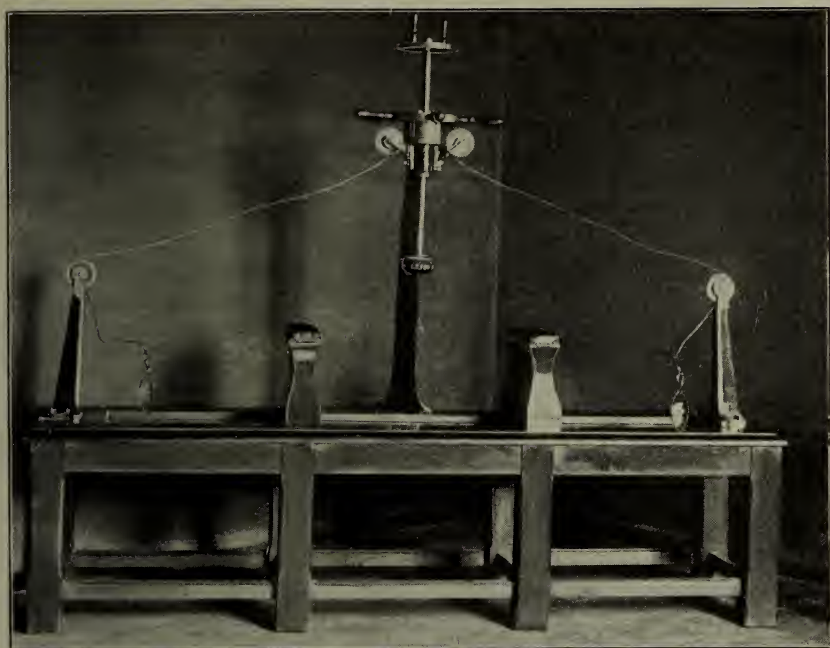


Fig. 251 a.

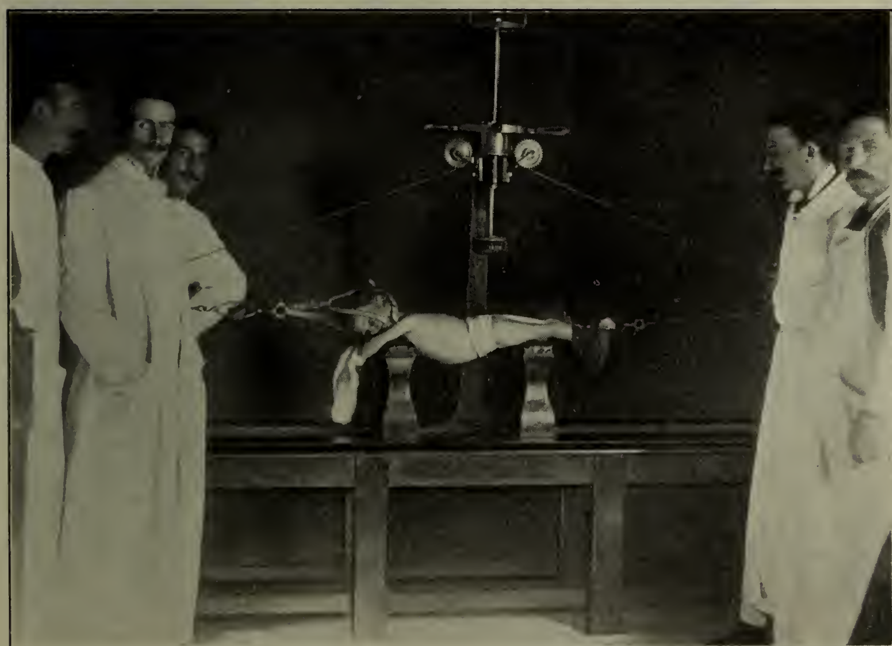


Fig. 251 b.

der Operation und Mißerfolge aller Art gemeldet worden waren. Heutzutage bedient man sich wohl ausschließlich des von WULLSTEIN angegebenen, bedeutend schonenden Verfahrens, das einen langsamen Ausgleich der Deformität durch bloße forcierte Extension im WULLSTEINschen Rahmen (Fig. 250) und durch geteilte, dosierbare Reklination ermöglichende Gipsverbände erstrebt. — Erst kürzlich sind JOSEPH und nach ihm VULPIUS mit der Mitteilung einiger guter Dauerresultate des CALOTschen Verfahrens hervorgetreten. In dem JOSEPHschen Falle, sowie in einem von ihm beschriebenen VIRCHOWschen Präparat war durch Senkung der oberen Rumpflast sowie durch Verkürzung der allein die Körperlast tragenden Wirbelbögen tatsächlich eine Konsolidierung des kariösen Abschnittes der Wirbelsäule erfolgt, womit der pathologisch-anatomische und klinische Nachweis geliefert zu sein scheint, daß die prinzipielle Frage, ob man den POTTschen Buckel strecken dürfe oder nicht, in bejahendem Sinne zu beantworten ist. Auch ALIVISATOS ist ein Anhänger des CALOTschen Verfahrens; er hat einen Apparat konstruiert, dessen Anwendungsweise die vorstehenden Figuren 251a und b erläutern. Bezüglich näherer Einzelheiten sei auf den speziellen Teil des Buches verwiesen.

Redressement forcé.

Dem Brisement forcé ähneln eine Reihe von Maßnahmen, die unter dem Namen Redressement forcé zusammengefaßt werden und den Zweck haben, richtige statische Verhältnisse, und damit die normale Form eines deformierten Teiles wiederherzustellen. Es handelt sich hier zumeist um bewegliche Gelenke, die durch fehlerhafte Belastung oder unregelmäßiges Wachstum einzelner Komponenten eine Verschiebung ihrer Bewegungsachsen erlitten haben und nunmehr eine zunehmende Deformität eines ganzen Gliedabschnittes verursachen. Zu ihrer Korrektion werden häufig einfache redressierende Manipulationen ausreichen, d. h. solche Bewegungen, die der Deformität entgegenwirken. Dieses Verfahren z. B. bei beginnendem Genu valgum erläutert Figur 252. In der Mehrzahl der Fälle werden jedoch eingreifendere Behandlungsmethoden erforderlich sein, die durch einen einzigen Akt die Wiederherstellung richtiger statischer Verhältnisse erzwingen. Da die hierzu geeigneten blutigen Eingriffe einer späteren Besprechung vorbehalten bleiben, kommen an dieser

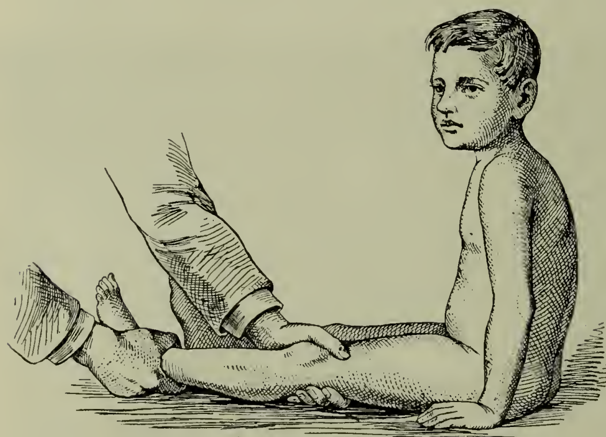


Fig. 252.

Stelle nur die gewaltsamen Dehnungen verkürzter Weichteile, insbesondere der Gelenkbänder und Kapseln in Betracht und für einzelne Fälle, wie z. B. für viele Fußdeformitäten auch das direkte Modellieren der deformierten Knochen selbst. Dieses uns hier allein interessierende Verfahren, das „modellierende Redressement", um dessen Ausbildung und Vervollkommnung sich besonders LORENZ verdient gemacht hat, erreicht die richtigen statischen Verhältnisse in einer Sitzung. Es erfordert die Anwendung gleichmäßig wirkender, sich langsam steigernder, bei jedesmaliger Applikation dauernd einwirkender, unter Umständen bedeutender, dabei aber immer vollständig dosierbarer und regulierbarer Gewalt. All diesen Anforderungen wird die bloße Händekraft des Operateurs nur bei jüngeren Patienten genügen können. Bei älteren Patienten bedient man sich zweckmäßiger der hierfür angegebenen Apparate. Die einfachste Hilfe für das forcierte Redressement des Klumpfußes bietet der KÖNIGsche Keil, eine dreikantige, der VOLKMANNschen Schleifschiene ähnliche Holzunterlage (Fig. 253). Der auf einem festen Tisch liegende, tief narkotisierte Patient wird auf die Seite gedreht. Während dann ein Assistent das Knie gut fixiert, stützt der Operateur den Klumpfuß mit seiner am meisten konvexen Partie auf die leicht gepolsterte Kante des Keiles. Nun ergreift er den Fuß in der Art, daß er mit der einen Hand den Vorderfuß von der inneren Seite, mit der anderen das Fersenbein und Sprunggelenk umfaßt, und läßt seine Körperschwere auf die beiden Hände gleichmäßig einwirken. Unter Umständen ist ein ruckweiser Druck auf den Vorderfuß von besonderer Wirkung. Dabei ist der Fuß in einen doppelten Hebelarm verwandelt; der eine Hebelarm ist der Vorderfuß, der andere der hintere Teil des Fußes. Das Hypomochlion liegt an der Außenseite des Fußes, da wo er auf der dreikantigen Holzunterlage aufliegt. Nach KÖNIG soll es bei dieser Redressionsmethode krachen; es müssen Bänder zerrissen, Knochen eingedrückt werden, wenn etwas dabei herauskommen soll. Am sichersten ist die Wirkung, wenn man krepitierendes Geräusch hört und fühlt. Damit die Haut am inneren Fußrande nicht einreißt, empfiehlt KÖNIG, die Haut dorthin mit den Fingern zu verschieben. Reißt sie doch ein, so kann man die Wunde entweder sofort nähen oder per granulationem heilen lassen.

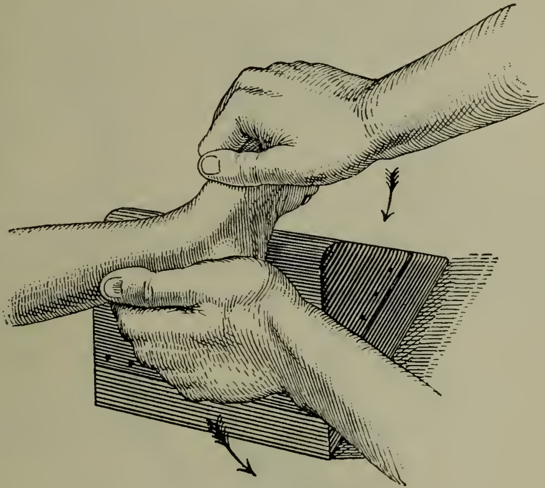
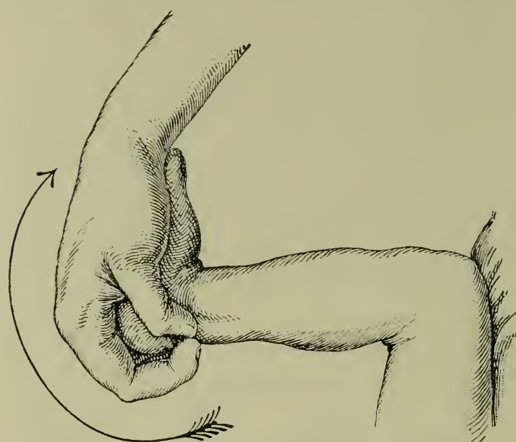


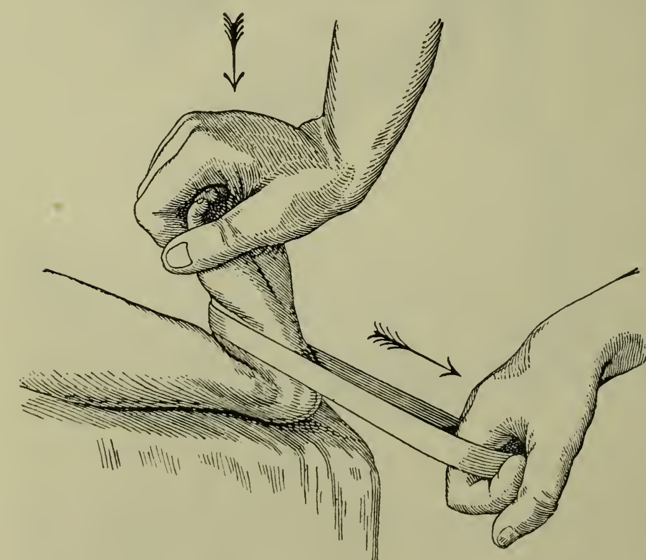
Fig. 253.

Ist der oben geschilderte, gleichsam erste Akt ausgiebig gewesen, so folgt jetzt der zweite. Man legt den Patienten auf den Rücken, läßt das Knie in Streckstellung feststellen und erzwingt jetzt, während

man das Sprunggelenk in die eine Hand nimmt, durch kräftiges Zurückbiegen des Vorderfußes in die Dorsalflexion und Abduktion die weitere Korrektur der Verkrümmung. Gerade diese Bewegung zieht erst den Nutzen aus der Beweglichkeit, welche der erste Akt geschaffen hat. Die Figuren 254 und 255, die einer Arbeit von Lorenz entstammen, erläutern in verständlicher Weise die Art, wie man die Redression des Klumpfußes jugendlicher Individuen vornehmen soll.


Fig. 254.

Für ältere Patienten sind meist besondere Instrumente nötig. So ist in England und auch in Amerika vielfach in Gebrauch das Instrument von Thomas, die sogenannte „Thomas wrench", deren Gestalt und Anwendung die nebenstehenden Figuren 256a und b zeigen. Ebenso ist eine recht brauchbare Redressionsvorrichtung das neue Instrument von Bradford (Fig. 257). Ausgezeichnet läßt sich die Redression des Klumpfußes auch mit dem früher beschriebenen Redresseur-Osteoklasten von Lorenz bewirken, besonders in seiner Modifikation von Stille (Fig. 258). Die erste Verbesserung, die Stille an diesem Apparat anbrachte, war, daß er den die Flügelschraube tragenden Arm beweglich und auf einem mit Einstecklöchern versehenen Halbkreis feststellbar machte, wodurch er einen beliebigen und raschen Wechsel der Zugrichtung erzielte. Ferner brachte er in neuester Zeit distal von den beiden großen Metallbacken zwei gleichfalls verstellbare kleinere Backen an, die, wie Figuren 259 und 260 zeigen, eine sichere Fixation des hinteren Fußabschnittes gewährleisten und es ermöglichen, die gewünschte


Fig. 255.

Korrektur am Orte der größten Deformität vorzunehmen. Zum Festhalten von Kinderfüßen dient noch ein entsprechend geformter Einsatz, der sich leicht an den oberen Backen anbringen läßt (Fig. 258).

Die genaue Schilderung der Anwendungsweise dieses Apparates muß der speziellen Darstellung der Therapie des Klumpfußes vorbehalten bleiben. Ebenso würde es hier zu weit führen, alle Apparate aufzuführen und zu beschreiben, die für das Redressement forcé angegeben worden sind. Es genüge an dieser Stelle der Hinweis, daß eine große Zahl der in dem Abschnitt Osteoclasis beschriebenen Osteoklasten sich ebenso gut für das Redressement forcé verwenden lassen.

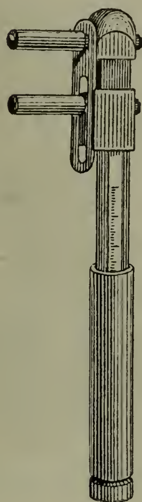


Fig. 256a.

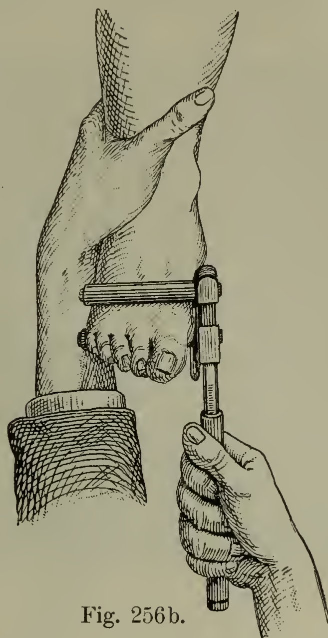


Fig. 256b.

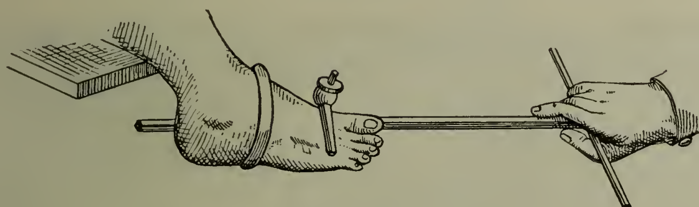


Fig. 257.

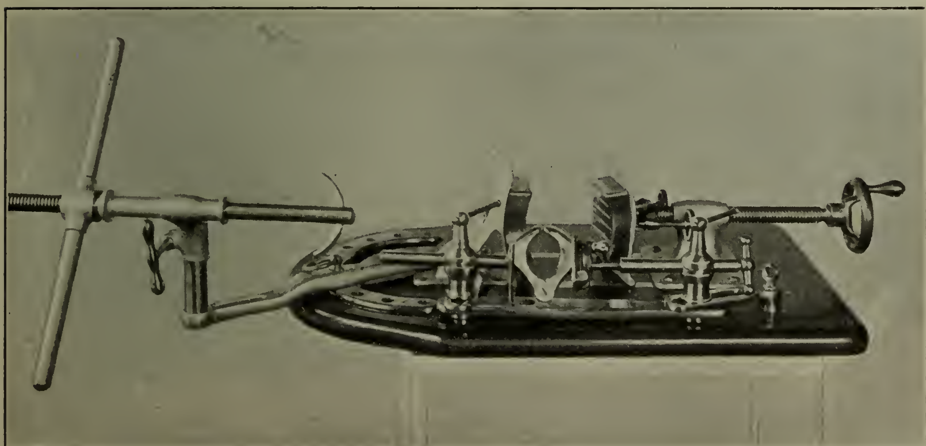


Fig. 258.

Besonders bewährt haben sich unter ihnen der Apparat von Graff und der von Heusner, letzterer in Kombination mit den von demselben Autor angegebenen Hebeln (Fig. 261 und 262).

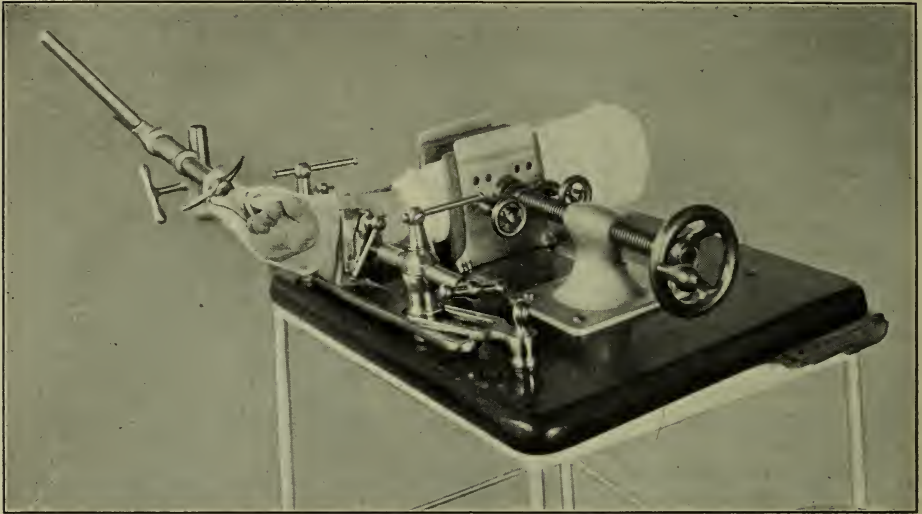


Fig. 259.

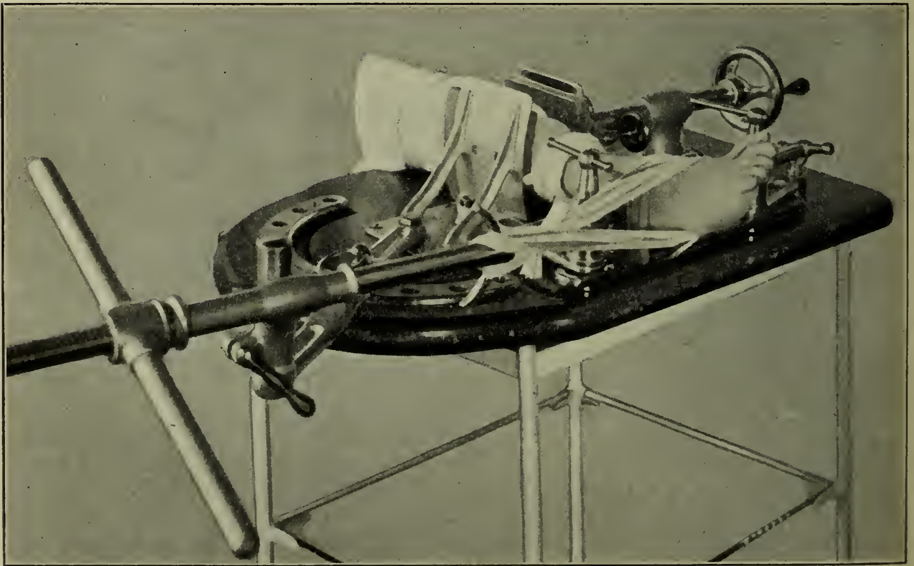


Fig. 260.

Natürlich leisten diese Apparate auch gute Dienste bei dem forcierten Redressement des fixierten Plattfußes, den man allerdings in Narkose meist manuell redressieren kann. Für

diese Operation hat Vogel kürzlich ein ebenso einfaches wie handliches Instrument angegeben, dessen wirksames Prinzip die Schraube ist (Fig. 263). Zwei klauenartig geformte Pelotten *a* und *b* werden, nachdem das Instrument, wie die Figur zeigt, dem Fuße angelegt ist, durch Rechtsdrehung des Handgriffes einander genähert, indem die Pelotte *a* als direkte Fortsetzung der Schraube durch Andrehen dieser an den Fuß vorgeschoben, die Pelotte *b* aber, deren Arm *c* an der Hülse *d* als Schraubenmutter gelenkig

Fig. 261.

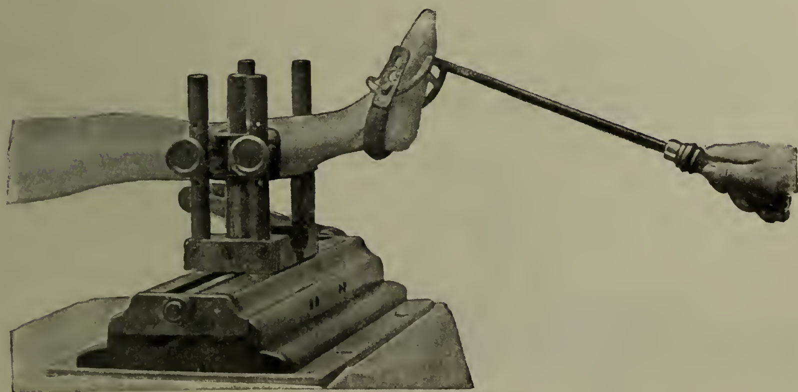


Fig. 262.

befestigt ist, gleichzeitig gegen die Innenseite des Fußes herangeholt wird. Die Pelotten fassen bei diesem Instrument an einander

gegenüberliegenden Stellen des Mittelfußes an, etwa in der Gegend des LISFRANCschen Gelenkes. Wird jetzt das Instrument in der Pfeilrichtung herumgehebelt, so wird dem Fuße eine gewaltsame Bewegung im Sinne der Supination mitgeteilt. Durch mehrfaches Hin- und Herführen des Instrumentes wird der Plattfuß einigermaßen mobilisiert und kann dann auch manuell in der gewünschten korrigierten Stellung erhalten werden (VOGEL).

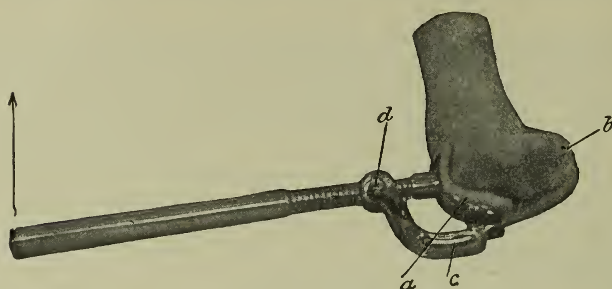


Fig. 263.

Derselbe Autor hat einen Apparat zum forcierten Redressement des Hohlfußes konstruiert, dessen wichtigste Teile 3 mit Hilfe von Schrauben resp. einem Hebel bewegliche Pelotten bilden, die an der Planta und am Dorsum pedis angreifen (Fig. 264). Wie man aus der Abbildung erkennt, wird durch Niederdrücken des langen Hebelarmes *g* der Verbindungspunkt der beiden Hebel, *i*, in die Höhe gehoben und damit erstens der linksseitige Arm des Hebels *h* mit der Pelotte *b* gehoben und letztere gegen den Fußballen angedrängt, zweitens aber der rechtsseitige Arm des Hebels *h* gesenkt und damit die Pelotte *c* herabgezogen, d. h. sie drückt stark auf den Fußrücken. Die Folge ist also gleichzeitig ein Eindrücken des zu hohen Fußrückens und ein Heben des vorderen Teiles des Fußes bei fixierter Ferse. Die gleichen Angriffspunkte hatten schon BEELY und REDARD für ihre Apparate gewählt. BEELY fixierte den Fuß des Patienten auf seinem Apparat mittelst eines festen Gurtes und er-

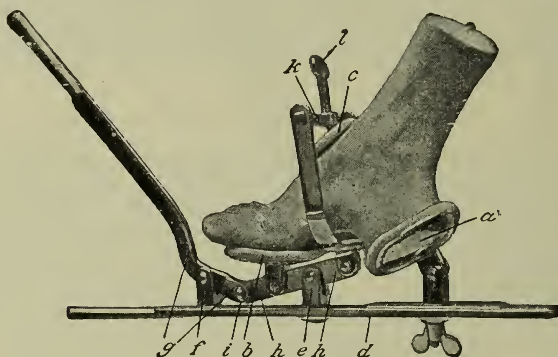
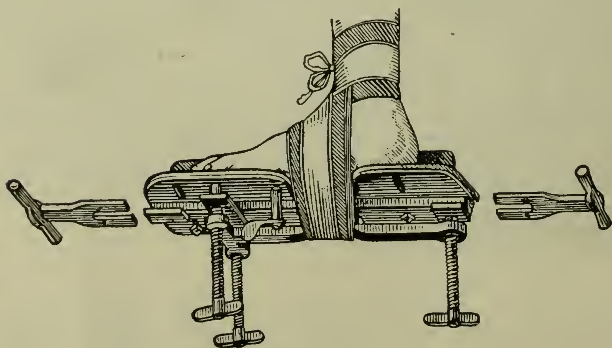


Fig. 264.


Fig. 265.

reichte dann das Redressement dadurch, daß die 3 Schrauben auf der Plantarseite des Apparates angezogen wurden (Fig. 265). Aehnlich wie der Beelysche Apparat wirkt der von Redard angegebene, dessen Gestalt und Anwendungsweise wohl unmittelbar aus der Abbildung hervorgeht (Fig. 266).

Außer bei Fußdeformitäten wird das Redressement forcé noch zur Korrektur von Kniegelenksdeformitäten und zur gewaltsamen Geraderichtung von Rückgratsverkrümmungen verwendet, indessen kommen diese Operationen, da es sich bei ihnen ausschließlich um Weichteilredressionen handelt, für unser Thema nicht in Betracht.

Die Nachbehandlung nach vollzogenem Redressement ist bei allen Deformitäten zuerst die gleiche, sie besteht in der Fixation des gewonnenen Resultates am besten im Gipsverbande. Welche Methode und welchen Apparat man auch gewählt hat, immer muß man eine wenn auch geringe Ueberkorrektur erzielt haben, ehe man zur Anlegung des Verbandes schreitet, immer muß man im stande sein, diese Ueberkorrektur mühelos manuell festzuhalten. Gelingt es nicht, in einer

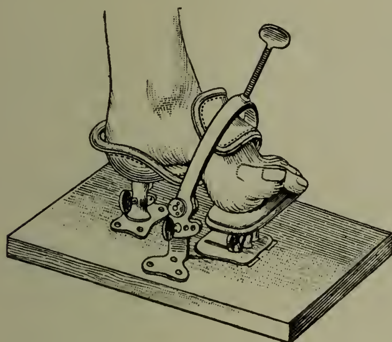


Fig. 266.

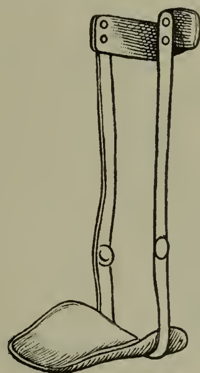


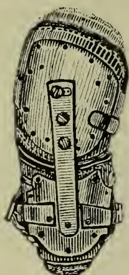
Fig. 267.

Sitzung dieses Resultat zu erreichen, was bei hochgradigen Klumpfüßen älterer Patienten vorkommt, so kann man, wie J. Wolff es gelehrt hat, in Etappen sein Ziel, die Ueberkorrektur, zu erreichen suchen. In dieser überkorrigierten Stellung legt man noch in Narkose einen gut gepolsterten Gipsverband an, den man am besten gleich der Länge nach aufschneidet, um bei der unvermeidlich folgenden Schwellung des Fußes keinen Decubitus zu erhalten. Die Extremität wird dann hochgelagert oder auch wohl vertikal suspendiert. Ist eine tadellose Stellung erreicht, so bleibt der Verband 3—4 Monate liegen, während welcher Zeit der Patient möglichst viel in demselben geht, um die Transformationskraft nach Möglichkeit auszunützen. Später erfolgt dann durch eine energische Massage- und Gymnastikkur die Mobilisation etwa versteifter Gelenke und die Kräftigung der Muskulatur. Besonders letztere leidet natürlich umsomehr unter einer langdauernden Immobilisation, als es sich ja zumeist schon um sehr atrophische, oft sogar paretische Muskeln handelt. Um hier nicht noch mehr zu schaden, ist man frühzeitig daran gegangen, die Immobilisation mit Massage zu verbinden, und hat zu diesem Zwecke abnehmbare Apparate konstruiert. Am leichtesten war dies beim redressierten Plattfuß, zu dessen Retention der beistehend abgebildete Apparat genügt (Fig. 267).

Für Klumpfüße hat sich am besten ein HESSINGscher Schienenhülsenapparat mit zweiteiliger Sohle bewährt, deren vorderer Teil nach Bedarf verstellt werden kann (Fig. 268).

Die Prognose der Operation ist im allgemeinen günstig. Immerhin zeigen verschiedene unglückliche Zufälle, daß das forcierte Redressement kein ungefährlicher Eingriff ist. So sah KAPOSI eine Osteomyelitis und eine schwere Neuritis des Nervus plantaris nach dem Redressement. ELTEN beobachtete danach bei einem tuberkulös veranlagten Mädchen eine Fußtuberkulose, die zur Amputation führte. Er stellt im Hinblick darauf die Forderung auf, vor jedem solchen orthopädischen Eingriffe eine genaue Untersuchung auf Tuberkulose vorzunehmen. Ich selbst habe nach forcierter Redression eines paralytischen Klumpfußes einmal einen Todesfall erlebt, der unter dem Bilde der Fettembolie eintrat. Wenn sich nun auch solche Zufälle nie ganz vermeiden lassen werden, so sind sie doch zu selten, um von einer Operation abschrecken zu können, die im allgemeinen so glänzende Resultate liefert.

Eine Altersgrenze für die Vornahme der Operation gibt es nicht, nachdem von MAYER ein 50-jähriger Patient mit Klumpfuß und von mir ein 70-jähriger mit ausgezeichnetem Erfolge operiert worden ist. Man wird also mit dem forcierten Redressement in den meisten Fällen zum Ziele kommen, für andere stehen blutige Operationen zur Verfügung, auf die weiter unten noch näher eingzugehen sein wird.


Fig. 268.

Das forcierte Redressement sonstiger Deformitäten — der Kniegelenksverkrümmungen und der Skoliose und Kyphose — gehören, da die redressierende Kraft hierbei nur an Weichteilen zur Geltung kommt, nicht zu unserem Thema. Es sei nur der Vollständigkeit halber an dieser Stelle darauf hingewiesen.

Recht kurz können wir uns auch über die Einrichtung der in das Spezialgebiet der Orthopädie gehörigen angeborenen und habituellen Verrenkungen fassen, da sich allgemein gültige Regeln für die Behandlung dieser Deformitäten nicht aufstellen lassen. Mit Ausnahme der angeborenen Hüft- und Kniegelenksluxationen wird man mit der bloßen Reposition und nachfolgender Fixation kaum ohne blutigen Eingriff zum Ziele kommen. Es muß daher diesbezüglich auf die Besprechung dieser Operationen, sowie auf den speziellen Teil dieses Buches verwiesen werden.

Die Osteotomie.

Die Osteotomie ist die blutige Durchtrennung eines Knochens. Diese Operation, die zuerst von RHEA BARTON (1826) und MAYER ausgeführt wurde, vollzog man zunächst in offener Wunde, wodurch sie, wie alle Operationen in der vorantiseptischen Zeit, den Nachteil hatte, daß zumeist eine Eiterung entstand, die sich auf den Knochen fortsetzen, und nicht nur Nekrose desselben bewirken, sondern auch das Leben des Patienten ernstlich gefährden konnte. Es war deshalb ein großer Fortschritt in der Technik der Operation, als im Jahre 1854 v. LANGENBECK, ähnlich wie dies bei der Tenotomie geschehen war, dieselbe subkutan auszuführen lehrte, indem die Wunde nur so groß gemacht wurde, um das den Knochen zertrennende In-

strument, eine feine Stichsäge, eben einzuführen. Mit dieser Stichsäge verletzte man aber leicht die Weichteile, und es war daher wiederum eine Verbesserung der Operation, als BILLROTH zuerst die Stichsäge mit dem Meißel vertauschte. Der Meißel hat sich seitdem das Feld erobert und wird heute meist in der Form des BILLROTHschen Osteotoms (Fig. 269) oder des einfachen Bildhauermeißels gebraucht. Wir empfehlen und gebrauchen nach KÖNIGS Vorgang einfache Bildhauermeißel und zwar so breite (3—5 cm), daß sie den Knochen in seinem ganzen Querschnitt mit einem Male zu durchtrennen im stande sind. Die Wunde durch die Weichteile fällt dabei etwas größer aus; das ist aber bei aseptischer Operation ohne Bedeutung.

Die Ausführung der linearen Osteotomie gestaltet sich demnach folgendermaßen: das Glied wird sorgfältig gereinigt und rasiert, mit Aether, Alkohol und 1-‰ Sublimatlösung abgerieben und dann an der Operationsstelle bis zur Operation selbst mit einer in strömendem Wasserdampf sterilisierten Mullkompresse bedeckt. Eine ebensolche oder ein sterilisiertes Tuch kommt auf ein gereinigtes, gut gepolstertes Roßhaarkissen, das zur Stütze unter die Operationsstelle gelegt wird. Das Glied selbst wird dabei möglichst hoch gelagert. Durch die Anwendung der ESMARCHschen Blutleere erleichtert man sich die Ausführung der Operation. Sind diese Vorbereitungen beendet, so werden die Weichteile in der Regel auf der Konvexität der Krümmung durchschnitten und zwar in einer solchen Ausdehnung, daß der Meißel bequem eingeführt werden kann. Dies geschieht, indem man die Weichteile mit 2 Elevatorien zurückhält. Mit leichten Hammerschlägen wird nun der Meißel, den man nach KÖNIGS Rat nicht senkrecht zur Längsachse, sondern leicht schief aufsetzt, in den Knochen eingetrieben und dieser so weit getrennt, daß nur noch wenige Lamellen seine Kontinuität aufrecht erhalten. Gelingt es nicht, mit einem einzigen Male den ganzen Querschnitt des Knochens zu durchtrennen, so zieht man den Meißel etwas zurück und gibt ihm die erwünschte Richtung. Zuweilen empfiehlt es sich dabei auch, den breiten Meißel mit einem entsprechend schmäleren zu vertauschen.

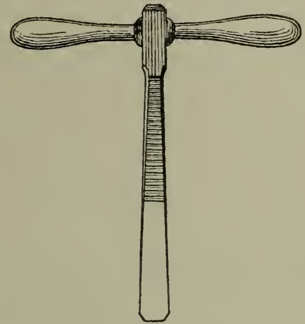


Fig. 269.

Man durchmeißelt den Knochen in der Regel nicht ganz, sondern läßt, um mit dem Meißel nicht die tiefen Weichteile zu verletzen, einige Knochenlamellen stehen, die man dann nach Herausziehen des Meißels und Bedecken der Wunde mit einer aseptischen Kompresse mit den Händen vollends durchbricht. Die Wunde wird sodann ohne Naht und Drainage mit einem aseptischen Verbande versehen, und es wird sofort in der korrigierten Stellung des Gliedes ein bis zur definitiven Konsolidation der Fraktur liegen bleibender Kontentivverband angelegt.

Die in der oben angegebenen Weise aseptisch ausgeführte lineäre Osteotomie ist ebenso ungefährlich wie die Osteoklase. Unter sehr vielen Operationen derart sind vielen Operateuren, ebenso auch mir, nie unglückliche Zufälle mit derselben zugestoßen. Nebenverletzungen sind ja auch völlig ausgeschlossen, stärkere Blutungen

kommen nicht vor. Nie habe ich einen Fall erlebt, in dem die knöcherne Konsolidation der Fragmente ausgeblieben wäre. Die Nachbehandlung gestaltet sich ebenso wie die einer gewöhnlichen Fraktur oder der Osteoklase; wir können daher hier auf das bei der Osteoklase Gesagte verweisen.

Wie stellt sich nun das Verhältnis der Osteoklase zur lineären Osteotomie in der Praxis? Wann soll man die erstere, wann die letztere vornehmen? Wägt man die Vorteile und Nachteile der beiden konkurrierenden Operationen, der Osteoklase und der Osteotomie, gegeneinander ab, so kann man, wie bereits hervorgehoben, zunächst sagen, daß beide Operationen in gleichem Maße gefahrlos sind, und daß durch die verbesserten Instrumente die Osteoklase die Osteotomie hinsichtlich der Präzision der Wirkung und der Ungefährlichkeit der Knochenverletzung erreicht hat. Dagegen ist zur Osteoklase ein größerer und kostspieliger Apparat erforderlich im Verhältnis zu den wenigen Instrumenten, die man zur Osteotomie braucht. Bei diesem Stand der Dinge ist daher unsere Auffassung die, daß die Osteoklase in ihrer Anwendung auf größere Kliniken beschränkt bleiben, die aseptische Osteotomie aber die Operation des praktischen Arztes sein wird. Ist man aber in der Lage, die Osteoklase und die Osteotomie in gleicher Weise ausführen zu können, so haben beide Operationen ihre bestimmten Indikationen. Im allgemeinen kann man sagen, daß zur Osteoklase nur die noch wachsenden, elastischen Knochen der Kinder und halbwüchsigen Individuen geeignet sind, während die wenig elastischen Knochen Erwachsener, ebenso wie die starren, sklerosierten, rhachitischen Knochen der Osteotomie anheimfallen. Weiterhin wird die Osteoklase dadurch eingeengt, daß sie nur an bestimmten Stellen ausführbar ist. Es kommen für sie nur die suprakondyläre Zone des Oberschenkels, die Mitte und das untere Drittel des Unterschenkels in Betracht. An allen übrigen Stellen der Extremitäten macht man zweckmäßiger die Osteotomie.

Es bleiben nun noch zur Besprechung einige besondere Arten und Modifikationen der lineären Osteotomie. Zunächst sei hier die vertikale oder longitudinale oder schiefe Osteotomie erwähnt, die zuerst von Ollier und Jeannel bei rhachitischen Verbiegungen, dann von Hennequin, Serrier, Landerer, Lauenstein und mir zur Korrektion koxitischer Deformitäten ausgeführt wurde. Der Knochen wird bei dieser Operation nicht quer, sondern möglichst parallel zu seiner Längsachse durchtrennt. Die beiden Knochenhälften werden dann unter permanenter Extension, die freilich sehr kräftig sein muß, um den Widerstand der Weichteile zu überwinden, und unter Korrektion der Deformität der Länge nach gegeneinander verschoben, so zwar, daß das periphere Fragment an dem zentralen Fragment heruntergezogen wird (Fig. 270a, b). Leisten die Weichteile zu großen Widerstand, so werden sie durchschnitten. Ollier hat auf diese Weise Verlängerungen der Extremitäten bis zu 3 cm erreicht.

Natürlich läßt sich die schiefe Osteotomie auch in Fällen anwenden, in denen man die Verkürzung eines Gliedes anstrebt, sei es wegen übermäßigen Wachsens dieser Extremität oder wegen Zurückbleibens der anderen. Man muß in diesem Falle das periphere Knochenende an dem zentralen in die Höhe zu schieben und in dieser

Stellung zu fixieren suchen. So hat J. Wolff in einem Falle von halbseitigem Riesenwuchs dadurch einen Ausgleich herbeigeführt, daß er an beiden Beinen schiefe Osteotomieen ausführte und dann an der kürzeren Extremität extendierte, während er die längere in sich zusammenschob.



Fig. 270a, b.

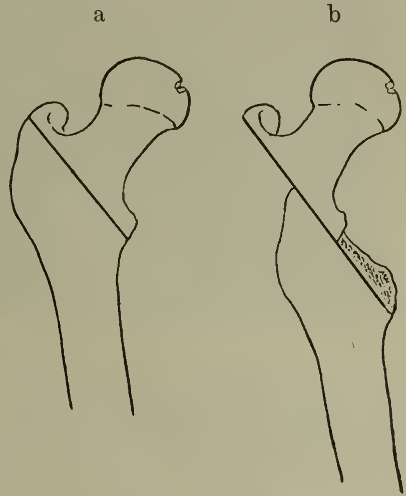


Fig. 271a, b.

Heutzutage wird die schiefe Osteotomie am häufigsten zum Ausgleich von Hüftgelenksdeformitäten ausgeführt und zwar gewöhnlich subtrochanter (Fig. 271a, b). Sie hat an dieser Stelle die schwierigeren Operationen, die Osteotomie des Schenkelhalses und die Keilresektionen, fast vollständig verdrängt. Der Grund dafür liegt

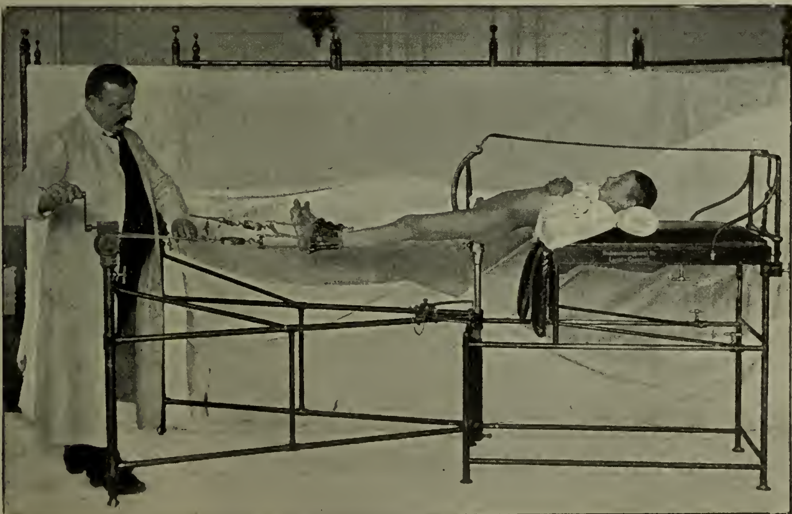


Fig. 272.

wohl hauptsächlich darin, daß durch diese Operation — ganz abgesehen von ihrer Einfachheit — neben der Korrektur der Deformität

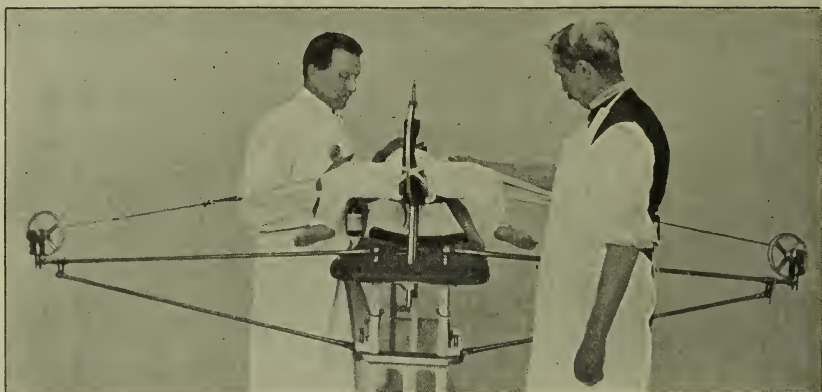


Fig. 273.

eine Verlängerung der Extremität erzielt wird, ein Vorteil, den keine der anderen Methoden bieten kann. Allerdings ist hierzu eine äußerst kräftige Extension nötig, die durch bloße Händekraft nicht erreicht zu werden vermag. Bei jüngeren Kindern mag man mit der Lorenzschen Schraube auskommen, bei älteren Patienten jedoch bedarf man noch besonderer Extensionsvorrichtungen. Ich selbst benütze hierzu und zugleich zur Anlegung des fixierenden Gipsverbandes die Extensionstische von Schede-Eschbaum und von Heusner. Die Art und Wirkungsweise des ersteren zeigt aufs deutlichste die Figur 272. Bei dem Heusnerschen Extensionstische (Fig. 273 und 274), der eine noch vielseitigere Verwen-

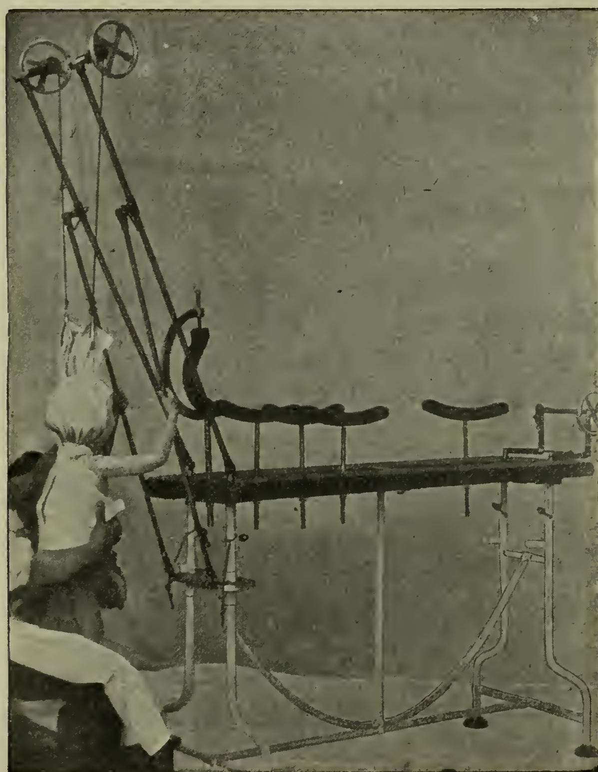


Fig. 274.

dung gestattet, ist dasselbe Prinzip verfolgt, nur ist die ganze Vorrichtung leichter und zweckmäßiger zu handhaben.

Eine andere Modifikation der Osteotomie ist das Verfahren von HELFERICH, das besonders für die Korrektur rhachitischer Verkrümmungen geeignet ist. Die Technik ist folgende: der Knochen wird an seiner stärksten Krümmung freigelegt, die anlagernden Weichteile werden mittelst Haken zurückgehalten. Sodann wird am Ort der stärksten Krümmung nach Abhebelung des Periostes ein Meißel oder eine gewöhnliche Bogensäge dem Knochen so aufgesetzt, daß dessen Achse mit der Schnittrichtung einen Winkel von etwa 30° einschließt. Durch diese Art der Durchtrennung entsteht ein Schrägbruch mit großen platten aneinanderliegenden Flächen. Durch Zug in der Längsrichtung

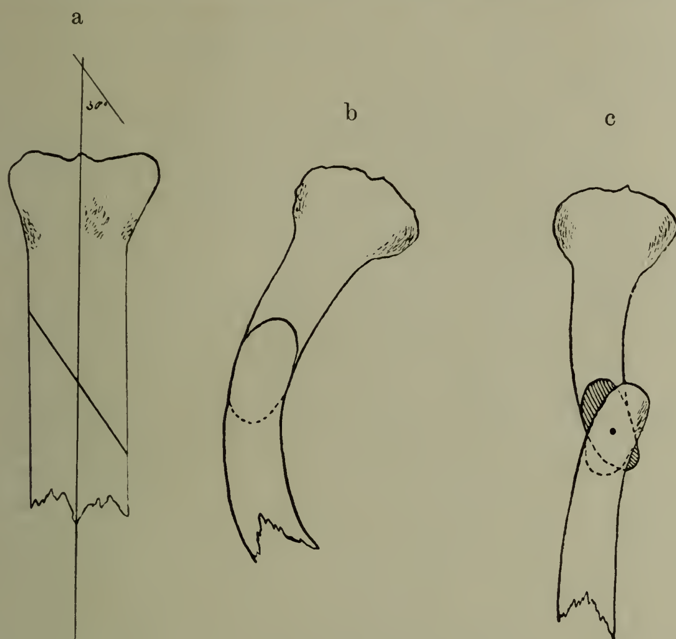


Fig. 275a, b, c.

des Beines wird die Deformität ausgeglichen, dabei verschieben sich die beiden Schnittflächen gegeneinander um eine durch die Mitte derselben gelegte frontale Achse. Von vorn gesehen hat die Schnittlinie (Fig. 275a) einen schrägen Verlauf von lateral und oben nach medial und unten; seitlich hat sie eine bogenförmige Gestalt (Fig. 275b). Nach Ausgleichung der Deformität stehen die Schnittflächen um ein Geringes nach hinten über (Fig. 275c), man schrägt sie daher zweckmäßig etwas ab oder stumpft sie nur mit der Knochenzange ab. Nach der Geraderichtung ist die Extremität meßbar verlängert. Während nun die Schnittflächen richtig aneinanderliegen, wird mitten durch diese hindurch der Knochen quer, d. h. in frontaler Richtung durchbohrt. Durch die angelegten Bohrlöcher wird zur Fixation ein längerer Nagel gelegt, der alsdann auch nach beiden Seiten hin durch die wieder angelegten Weichteile (inkl. Haut) hindurchgeführt wird, so daß er auf beiden Seiten des Beines erfaßbar übersteht. Die Ope-

rationswunde wird nach Vernähung des Periostes durch die Naht geschlossen. Nach Anlegung des aseptischen Verbandes wird das Glied in korrigierter Stellung eingegipst. Nach Konsolidation der Fragmente wird der unter dem Verbande aseptisch gebliebene Nagel nach einer beliebigen Seite herausgezogen. Liegen daneben noch seitliche Abknickungen vor, so wird nach dem ersten Schnitt auf der Seite, nach welcher der Scheitel des Abknickungswinkels gerichtet ist, durch einen zweiten Sägeschnitt ein kleiner Keil reseziert, dessen Oeffnungswinkel nur wenige Grade zu betragen braucht (Gennerich).

Die Kombination der Osteotomie mit Osteoklase hat Hopkins vorgeschlagen: Er durchmeißelt den Knochen nur zur Hälfte und macht 2 Wochen später an dem geschwächten Knochen die Osteoclasis. Der Zweck dieses Vorgehens ist, die „postoperative Schwäche“ zu vermeiden, die nach Osteotomie des ganzen Knochens auftreten soll. Fraglich erscheint nur, ob die zweimalige Narkose nicht ein schlimmeres Uebel ist.

Wieder ein anderes Verfahren, die „Ostektomie“, stammt von Vincent. Er verwendete es zur Korrektur einer in starker Beugekontraktur fixierten Hüftgelenksankylose und ging in der Weise vor, daß er in die hintere untere Partie des Trochanters ein Loch bohrte, in das er nach subtrochanterer Osteotomie des Femur das oben abgerundete untere Fragment implantierte. Auf diese Weise konnte eine bedeutende Verlängerung des Beines erzielt werden.

Sehr zahlreich sind auch die Modifikationen der einfachen Osteotomie, die sich auf die Schnittführung durch den Knochen beziehen. So sind bogen- und stufenförmige Durchtrennungen vorgeschlagen worden, die natürlicherweise mit gewöhnlichen Sägen oder mit der Giglischen Drahtsäge ausgeführt werden müßten. Alle diese Abänderungen, die im Laufe der Zeit von verschiedenen Autoren angegeben worden sind, genau zu beschreiben, ist überflüssig; der ausgebildete Chirurge wird sie, falls er sie wirklich für nötig finden sollte, anzuwenden wissen. Im allgemeinen wird die lineäre Osteotomie zur Korrektur rhachitischer Verkrümmungen — und diese kommen ja für die überwiegende Mehrzahl der Fälle in Betracht — ausreichen. Zuweilen freilich wird es nötig sein, ausgedehntere Operationen am Knochen vorzunehmen. Da es sich hierbei um die Wegnahme von Knochenteilen aus der Kontinuität der Knochen handelt, können wir dabei nicht mehr von Osteotomieen reden, wie es noch vielfach geschieht. Diese Operationen sind vielmehr als Resektionen zu bezeichnen und zwar, da sie zu orthopädischen Zwecken unternommen werden, als orthopädische Resektionen. Je nachdem dabei der zu entfernende Knochenteil die Gestalt eines Keiles oder mehr oder weniger die eines Kreissegmentes hat, nennen wir die betreffenden Operationen keilförmige oder bogenförmige Resektionen. Dazu kommen dann die sogenannten Meißelresektionen am Hüftgelenk. Alle diese Operationen werden noch in einem besonderen Kapitel zur Besprechung kommen.

Es erübrigt nun noch, auf die Instrumente näher einzugehen, die zur Ausführung der Osteotomie dienen. Alle die älteren, früher in Gebrauch gewesenen Kneifzangen und Sägen haben nur noch historisches Interesse, weshalb wir sie mit Stillschweigen übergehen können. Zangen dienen heutzutage höchstens noch zum Glätten

der Knochenkanten, und von den vielgestaltigen Sägen werden nur Stichsägen, Bogensägen und Drahtsägen verwendet. In der überwiegenden Mehrzahl der Fälle benutzt man den Meißel, entweder in der Form des einfachen Bildhauermeißels oder in der des Osteotoms, dessen schneidende Kante auf beiden Seiten abgeschrägt ist. Die nach Macewens Angaben konstruierten Osteotome haben einen achtkantigen Griff, um ein Abgleiten der zufassenden Hand zu erschweren; oben ist der Griff knopfförmig verbreitert zur Aufnahme der Hammerschläge. Das Blatt dieser Osteotome trägt auf den Schmalseiten eine Gradeinteilung, welche die Tiefe anzeigt, bis zu der die Schneide vorgedrungen ist. Sehr praktisch ist auch ein feststellbarer Schieber, der an dem Mathieuschen Osteotom angebracht ist und der das Eindringen der Schneide nur bis zu der beabsichtigten Tiefe gestattet (Fig. 276).


Fig. 276.

Neuerdings hat Reiner ein Instrument angegeben, das „Zirkumferenzosteotom“, das dazu dient, die Corticalis rings um den Knochen zu durchschneiden. Gerade die Corticalis leistet nämlich bei den Einbrechungsversuchen nach der Osteotomie oft so hartnäckigen Widerstand, daß man gezwungen ist, das Osteotom nochmals einzuführen. Das Reinersche Osteotom unterscheidet sich nun von der bekannten Form der üblichen Instrumente hauptsächlich dadurch, daß es an einer Ecke der Meißelschneide einen ca. 5—6 mm langen Zapfen trägt, der sich als vorspringender Randwulst auf die Längskante des Meißelblattes fortsetzt und der ganzen Kante entlang verlaufend sich erst in den Meißelstiel verliert. Dieser Randwulst ist etwa 3—4 mm hoch und überragt das Meißelblatt nach beiden Seiten hin um je 3 mm. Das Instrument ist in zweifacher Weise ausgeführt worden; bei der einen Form ist das Meißelblatt gerade, bei der anderen leicht gebogen. Es ist ohne weiteres verständlich, daß ein derartig konstruierter Meißel sich nicht, wie eines der üblichen Osteotome, senkrecht zur Achse des Knochens einstellen läßt, sondern daß er von vornherein mehr schräg gegen die Knochenoberfläche aufsitzt, weil der vorspringende Zapfen eine andere Einstellung nicht gestattet. Während nun bei den Hammerschlägen die freie Ecke der Schneide in die Knochensubstanz eindringt, der zapfenartige Vorsprung aber an der Oberfläche zurückgehalten wird, muß sich die Längsachse des Meißels nun noch mehr tangential gegen die Oberfläche des Knochens einstellen, und dies geschieht fast selbsttätig, ohne daß die das Instrument dirigierende Hand des Operateurs viel nachzuhelfen braucht. Indem der Hammer nun weiterwirkt, schiebt sich der Meißel in der Knochensubstanz, der Randwulst an der Knochenoberfläche tangential vor. Der Meißel schneidet also vor allem die Compacta des Knochens und überdies noch einen so breiten Rand der Spongiosa durch, als der Länge der Schneide des gewählten Instrumentes entspricht; er dringt nicht durch die Mitte des Knochens vor, sondern folgt dem Umfange desselben (Reiner). Die Verstärkung, die der Meißel durch den Randwulst erfährt, gestattet, ihn viel dünner herzustellen, als derartige Instrumente gewöhnlich sein dürfen. Sein Blatt ist in seiner ganzen Länge gleichmäßig dünn, so daß der Splitterung der Schnittränder und der Einklemmung des Instrumentes

vorgebeugt wird. Ein Nachteil des Instrumentes ist, daß es nacheinander von zwei Seiten an den Knochen herangeführt werden muß, wenn es die ganze Zirkumferenz des Knochens durchschneiden soll.

Ein anderes Instrument verdanken wir MENCIÈRE. Das treibende Prinzip dieses Revolver-Osteotom genannten Instrumentes ist ein pneumatischer Hammer, der mit einem Meißel oder einem Osteotom in beliebiger Größe armiert wird. Durch Einleiten von flüssiger Kohlensäure wird der Hammer in Bewegung gesetzt und führt nun bis zu 3000 Stöße in der Minute aus. Ein Hahn gestattet, durch einen Druck des Daumens nach Belieben das Osteotom in Tätigkeit zu setzen oder momentan anzuhalten. Der gesamte Apparat kann leicht sterilisiert werden, ist aber, da er noch eine Anzahl von Hilfsapparaten zur Aufbewahrung und Zuleitung der flüssigen Kohlensäure erfordert, ziemlich umständlich.

Orthopädische Resektionen.

Je nach der Gestalt des Knochenteiles, der durch eine orthopädische Resektion entfernt werden soll, spricht man von keilförmigen oder bogenförmigen Resektionen. Die keilförmige Resektion (Fig. 277) wird an den Gelenken vorgenommen zur Korrektion von Ankylosen und hochgradigen Verkrümmungen, an den kleinen spongiösen Knochen zur Korrektion hochgradiger Formen von Klump- und Plattfüßen. Als Indikation zur Resektion eines Stückes aus der Kontinuität der Knochen kann endlich das übermäßige Wachstum eines der Doppelknochen am Vorderarm und Unterschenkel, also des Radius, der Ulna, der Tibia oder der Fibula gelten. So exzidierte zum Beispiel GÜTERBOCK aus dem übermäßig wachsenden Radius ein Stück, um eine durch das abnorme Verhalten des Radius entstandene winklige, ulnarwärts gerichtete Knickung des Vorderarmes zu korrigieren. Auch REDARD bediente sich mit gutem Erfolge einer ähnlichen Methode; er resezierte ein Stück aus der Ulna, um in einem Falle von angeborenem Radiusdefekt die naturgemäß in starker Abduktion stehende Hand in die richtige Lage zu bringen. Resektionen aus beiden Vorderarmknochen hat HENLE mit ausgezeichnetem funktionellen Resultat in zwei Fällen von ischämischer Muskelkontraktur ausgeführt. Die Ischämie war durch zirkuläre Verbände, die kurz nach Frakturen der Vorderarmknochen angelegt worden waren, zu stande gekommen. Um das nunmehr bestehende Mißverhältnis in der Länge der kontrahierten Muskeln und der Vorderarmknochen auszugleichen, resezierte HENLE ein Stück von je $1\frac{1}{2}$ cm Länge aus Ulna und Radius, wodurch eine vollständige Wiederherstellung

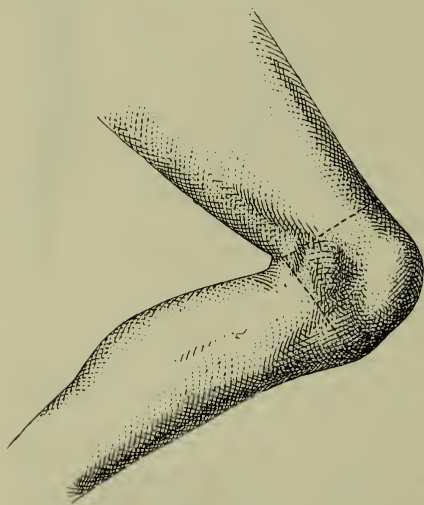


Fig. 277.

der Funktion erzielt wurde. Bemerkenswert war, daß trotz treppenförmiger Absägung der Knochen die Konsolidation der Knochen lange auf sich warten ließ, wahrscheinlich infolge trophischer Störungen. Ich selbst habe mit gutem Erfolge drei einschlägige Fälle in derselben Weise operiert.

Die Technik einer Keilresektion ist eine relativ einfache. Man trifft zunächst die Vorbereitungen zur aseptischen Ausführung der Operation, wie wir das bei der linearen Osteotomie kurz besprochen haben. Das Glied wird durch eine gepolsterte Unterlage gut gestützt. Die Weichteile werden mit geradlinigen oder bogenförmigen Schnitten ausgiebig durchtrennt, damit man in der Tiefe sieht, wo und was man am Knochen arbeitet. Von dem letzteren wird das Periost, nachdem es geradlinig oder in Form eines Kreuzes eingeschnitten ist, mit einem Elevatorium abgehebelt. Dann setzt man auf den Knochen einen Meißel oder nach Bedarf auch eine Säge schräg zur Knochenachse auf und meißelt oder sägt nun aus dem Knochen einen Keil heraus, genau in der Form und Größe, welche zur Geradestellung des betreffenden Skelettabschnittes jeweils notwendig ist. Die Basis des Keiles entspricht natürlich der Konvexität der Krümmung (Fig. 278). Die Keilspitze verlegt man in der Regel in die Konkavität der Krümmung, d. h. man hebt die Kontinuität des Knochens durch Wegnahme des Keiles nicht auf, sondern beläßt an der konkaven Seite noch einige Knochenspangen, die man nachher lieber einbricht. Man tut dies, um in der Tiefe nicht etwa Gefäße zu verletzen. Dem mit der Führung des Meißels vertrauten Chirurgen wird aber auch kein Unglück passieren, wenn er den Knochen ganz durchtrennt. Das Meißeln ist eine Kunst, die gelernt sein will. Wer sich unsicher fühlt, kann nach Roser dreihändig meißeln, d. h. selbst mit beiden Händen den Meißel dirigieren und das Hämmern von einem Assistenten besorgen lassen.

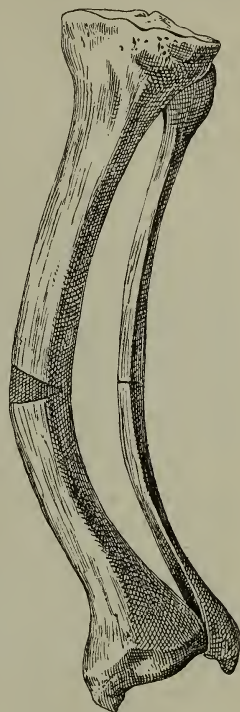


Fig. 278.

Statt einen solchen Keil zu resezieren, hat Luksch für schwere Fälle von Genu valgum vorgeschlagen, ein rechtwinkliges Prisma aus der Tibia herauszumeißeln, dessen Basis ein Trapez ist. Die Deformität ließ sich dann, wie Luksch feststellen konnte, leicht ohne Federung der Fibula korrigieren, die Meißelflächen der Tibia legten sich genau aneinander. Nur in den allerhochgradigsten Fällen könnte eine Durchmeißelung der Fibula notwendig werden. Gewöhnlich bleibt also der Nervus peroneus vor jeder Verletzung bei der Operation, vor einer Zerrung bei der Korrektur der Deformität und vor einer späteren Leitungsunterbrechung durch die Weichteilnarbe oder den Knochenkallus sicher bewahrt. Die intakte Fibula bildet außerdem für die durchtrennte Tibia eine Art Schiene, welche vor allem eine Beugestellung des zentralen Fragmentes der Tibia im Kniegelenk verhindert. Bei Genu varum meißelt Luksch einen Keil aus der Tibia, dessen Spitze an

die mediane und dessen Basis an die laterale Seite derselben zu liegen kommt. Da es nun unmöglich ist, ohne Verletzung des Peroneus aus der Fibula ein entsprechendes Prisma herauszunehmen, wird an derselben und zwar an der Grenze des mittleren und unteren Drittels eine schräge Osteotomie ausgeführt und durch Verschiebung der Fragmente aneinander die notwendige Verkürzung der Fibula erreicht.

Zur Korrektion von Verkrümmungen der Diaphysen sind keilförmige Osteotomieen sicher überflüssig. Es genügen selbst bei hochgradigen Fällen lineäre Osteotomieen, da man ja durch die Operation nur die richtigen statischen Verhältnisse herzustellen braucht. Nach dem Transformationsgesetz stellen sich dann im Laufe der Zeit die richtigen Formen von selbst wieder her (Wolff, Joachimsthal).

Die geschickte Ausnützung dieser Transformationskraft hat die Keilresektionen auch in der Therapie der Klump- und Plattfüße überflüssig gemacht und in den Hintergrund gedrängt. In Deutschland wenigstens verwendet man bei der Behandlung dieser Deformitäten auch in schwersten Fällen fast ausschließlich das modellierende Redressement. Freilich können äußere Umstände zuweilen eine Keilresektion als das kürzere Verfahren angezeigt erscheinen lassen. In diesem Falle wird nach einem geeigneten Hautschnitt und nach Zurücklagerung der Extensorensehnen und der Peronei mit dem Meißel ein Keil aus der Gesamtheit der Fußwurzelknochen herausgenommen. Die Basis dieses Keiles liegt natürlich an derjenigen Seite des Fußes, die verkürzt werden soll. Gelingt die Ausmeißelung nicht auf einmal, so wird Scheibe für Scheibe fortgenommen. Dazwischen paßt man die Knochenflächen immer wieder aufeinander und hört erst mit der Fortnahme von Knochensubstanz auf, wenn die Korrektion vollständig gelingt.

Erwähnt sei hier noch, daß man bei Wegnahme des Keiles aus winklig verknöcherten Ankylosen bei jugendlichen Individuen darauf achten soll, die Epiphysenlinien zu schonen, damit man nicht an den ohnehin schon verkürzten Extremitäten noch eine neue Wachstumshemmung erhält. Zu wesentlicher Beruhigung über diesen Punkt dient übrigens das Resultat einer Nachuntersuchung, die J. Wolff an einer 31-jährigen Patientin vornehmen konnte, an der er 28 Jahre vorher die Resektion des linken Ellenbogengelenkes ausgeführt hatte. Er fand dabei den linken Arm in toto nur wenig verkürzt. Die Oberarmknochen waren gleichlang, Ulna und Radius waren zwar links etwas kürzer als rechts, zeigten aber, wenn man die Größe der resezierten Knochenpartie in Betracht zieht, gleichfalls vermehrtes Wachstum gegenüber der gesunden Seite. Merkwürdigerweise war die von der Stelle der Erkrankung weit entfernte linke Hand mit ihren intakt gebliebenen Epiphysenknorpeln um 1 cm kürzer als die rechte Hand. Das Röntgenbild ließ in diesem Falle erkennen, daß die ihres Epiphysenknorpels beraubten Ellenbogengelenksenden des Humerus und der Ulna zu zwei langen Fortsätzen ausgewachsen waren, die einander ebenso umgriffen, wie die normale Cavitas sigmoidea und die normale Trochlea ineinandergreifen.

Neuerdings habe ich in einem Falle von rechtwinkliger Ankylose des Kniegelenkes den herausgeschnittenen Knochenkeil viereckig zugestutzt, ihn dann wieder zwischen die Fragmente replantiert und einzuheilen gesucht, um nicht durch Fortnahme des Knochenstückes die schon bestehende hochgradige Verkürzung des Beines

noch zu vermehren. Der Versuch ist vollständig gelungen. In ähnlicher Weise, aber zu anderem Zwecke, ist KRUKENBERG vorgegangen in einem Falle von schwerem Genu valgum. Er durchmeißelte das Femur zuerst horizontal über den Kondylen und nahm noch eine zweite schräge Durchmeißelung 5 cm oberhalb der ersten nach unten und außen vor, so daß der erste Knochenschnitt in der Mitte getroffen wurde (Fig. 279a, b). Der Knochen wurde dann aufgerichtet, und es entstand dadurch an der Außenseite ein Defekt von der Form des eben entfernten Keiles. In diesen wurde der Keil als Stütze wieder eingesetzt und durch einige Periostnähte sowie durch die sich spannende Fascia lata festgehalten. Der Erfolg war auch hier ein vollständiger.

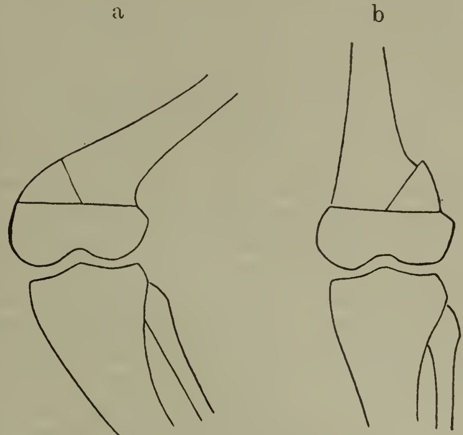


Fig. 279a, b.

Die Furcht vor der Vermehrung der Verkürzung nach Wegnahme eines Keiles hat auch zur Erfindung der bogenförmigen Resektionen geführt. Nachdem schon im Jahre 1869 SAYRE zur Heilung einer Hüftgelenksankylose ein halbmondförmiges Stück aus der Kontinuität des Oberschenkels, und zwar oberhalb des Trochanter minor, herausgesägt hatte, in der Absicht, an der Operationsstelle eine Art neuen Gelenkes zu bilden, ist neuerdings die bogenförmige Resektion zur Operation der winkligen Kniegelenksankylosen fast gleichzeitig von HELFERICH und KUMMER empfohlen worden.

Beide Operateure gingen von dem Gedanken aus, bei ihren Operationen nicht zuviel vom Knochen zu opfern und den Intermediärknorpel zu schonen. Ihr Verfahren erhellt aus dem beistehenden von HELFERICH gegebenen Schema (Fig. 280). Die bogenförmige Anfrischung der Knochen erleichtert die Verschiebung der Knochen im Sinne der Geradestellung des Beines; dabei hat man den Vorteil, daß man die Geradestreckung nicht auf einmal zu erzwingen braucht, man kann sie vielmehr auf mehrere Sitzungen verteilen. Ferner erzielt diese Ope-


Fig. 280.

rationsmethode die Fixation der Knochenenden nach der Operation in bester Weise. Das bis zur Streckstellung korrigierte Bein hat eine erstaunliche Festigkeit, wenn nur die Beugung verhindert bleibt. Dieser letzten Forderung aber genügt Helferich dadurch, daß er der Resektion am Knochen die offene Durchschneidung der Weichteile in der Kniekehle vorausschickt, natürlich mit Schonung der Gefäße und des Nervus peroneus, der der Bicepssehne dicht anliegt.

Daß trotz alledem der Eintritt einer Flexionsstellung nach Kniegelenkresektionen im Kindesalter ein sehr häufiges Ereignis ist, konnten Mahr und Hofmeister durch statistische Nachforschungen feststellen. 75 Proz. aller vor abgelaufenem 14. Lebensjahre operierten Patienten wiesen mehr oder weniger hochgradige Flexionskontrakturen auf. Im Hinblick hierauf empfiehlt Hofmeister eine prophylaktische dauernde operative Ausschaltung des Einflusses der Beugemuskulatur auf den Unterschenkel, und zwar durch Verlagerung der Flexoreninsertionen auf die Vorderseite, ein Verfahren, das Heusner und Bruns schon früher mit Erfolg zur Streckung von Flexionskontrakturen angewendet haben. Bei Kindern bis zum 8. Lebensjahre sollte diese Transplantation prinzipiell im Anschluß an die Resektion ausgeführt werden.

Zur bogenförmigen Resektion selbst benutzt man am besten die von Helferich angegebene Bogensäge oder eine gewöhnliche Holzraspel (Bayer). Man muß sich darauf einüben, dieselbe nicht schief, sondern stets horizontal aufzusetzen. Beherrscht man die Technik, so sind die Resultate der Operation in der Tat ausgezeichnete. Die bogenförmige Resektion läßt sich nun auch an der oberen Extremität, besonders am Ellbogengelenk vornehmen. So hat Defontaine bei einer gestreckten knöchernen Ankylose dieses Gelenkes, die nach einer komplizierten Fraktur entstanden war, nach ausgiebiger Incision der Weichteile subperiostal bogenförmige Scheiben aus dem verödeten Gelenk herausgesägt und dadurch völlig ausreichende Beweglichkeit des Gelenkes mit völliger Wiederherstellung der Kraft des Armes erreicht. Defontaine nannte diese Operation Osteotomia trochleïformis. Zur Sicherung gegen seitliche Bewegungen benutzte Defontaine einen Schienenapparat, der vor der Operation hergestellt war und unmittelbar nach derselben angelegt wurde.

Die Nachbehandlung dieser Operationen an der oberen Extremität ist, da man gewöhnlich die Beweglichkeit des neuen Gelenkes erstrebt, bedeutend wichtiger und schwieriger als die nach Resektionen an der unteren Extremität, wo man aus statischen Gründen zumeist eine Ankylose in günstiger Stellung herbeizuführen sucht. Zur Erzielung guter funktioneller Resultate nach Gelenkresektionen an der oberen Extremität ist es nun unbedingt notwendig, spätestens in der zweiten Woche nach der Operation ausgiebige passive Bewegungen mit dem Gelenk vorzunehmen. Im übrigen deckt sich die weitere Nachbehandlung völlig mit der nach dem Brisement forcé anzuwendenden, weshalb hier auf diesen Abschnitt verwiesen werden kann. Hier wie dort ist jedenfalls große Ausdauer und Energie von seiten des Patienten und des Arztes nötig, um ein Zusammenwachsen der Resektionsflächen zu verhindern.

Mehrfach hat man auch versucht, diesen unglücklichen Ausgang schon bei der Operation auszuschließen, indem man Muskel-Fascien-

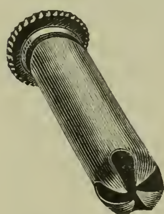
lappen oder besser noch Fettlappen (MURPHY) zwischen die Knochenenden implantierte. Von denselben Bestrebungen waren auch die Versuche meines Schülers v. CHLUMSKY geleitet. v. CHLUMSKY resezierte die Kniegelenke der hinteren Extremitäten von Hunden und Kaninchen und führte in den ehemaligen Gelenkspalt zunächst Plättchen aus Celluloid, Silber, Zinn, Gummi oder BILLROTH-Battist ein, indem er die Plättchen durch Naht an der Sägefläche der Tibia befestigte. Die erzielten Resultate waren im allgemeinen recht gute, doch schien es CHLUMSKY besser, die ursprünglich verwendeten Materialien durch resorbierbare Stoffe zu ersetzen. Er verwandte daher in einer folgenden Versuchsreihe Magnesiumplättchen von 0,1—0,5 mm Dicke. Diese Plättchen verschwanden je nach ihrer Stärke einige Wochen früher oder später, die dünnsten schon im Verlaufe von 18 Tagen. Ich habe dann diese Magnesiuminterposition in zwei Fällen beim Menschen angewendet, einmal bei einer Handgelenksresektion, und das andere Mal bei einer Ellbogenresektion. In beiden Fällen bildete sich eine Fistel, durch die das bei der Resorption des Magnesium entstehende Gas entwich. Sobald die Magnesiumplatte verschwunden war, was sich durch Röntgenbilder nachweisen ließ, schloß sich die Fistel. Beide Male war der funktionelle Erfolg ein sehr günstiger.

Den oben besprochenen Operationen nahe stehen die sogenannten Meißelresektionen, die v. VOLKMANN zur Heilung knöcherner Ankylosen am Hüftgelenk einführte. Es sind dies Operationen, welche die höchste Kunst des Chirurgen erfordern. Durch dieselben soll einmal durch Ausmeißelung eines Knochenstückes aus dem Reste des Schenkelhalses die Ankylose beseitigt und dann für den beweglich gemachten Oberschenkel eine neue Pfanne am Hüftbein an Stelle der alten verödeten angelegt werden. Selbstverständlich ist eine ausgiebige Spaltung der Weichteile und das Bloßlegen des Operationsgebietes am Knochen unbedingtes Erfordernis zur Ausführung dieser Operationen. Man muß mit dem Meißel fühlen und mit den Augen sehen, was man tut.

Wir machen durch eine modifizierte derartige Meißelresektion eine neue Pfanne bei unserer Methode der Operation angeborener Hüftgelenksverrenkungen, die wir als Beispiel derartiger Operationen hier in Kürze beschreiben wollen. Der narkotisierte und aseptisch vorbereitete Patient liegt halb seitlich geneigt auf dem Operationstische. Während an dem luxierten Bein manuell oder mit der LORENZschen Schraube extendiert und der Schenkelkopf in das Pfannenniveau herabgeholt wird, wird ein Schnitt geführt vom vorderen oberen Rand des Trochanter major etwa $^1/_2$ cm entfernt beginnend und etwa 6 cm nach abwärts reichend. Nach Durchtrennung der Haut wird die Fascia lata im Bereiche des Längsschnittes eingeschnitten und bei älteren Kindern eventuell quer eingekerbt. Nach Durchtrennung der Fascie kommen sogleich die Mm. glutaeus medius und minimus zum Vorschein. Mit einem stumpfen Haken werden diese beiden Muskeln kräftig in die Höhe gezogen. Dadurch kommt die Hüftgelenkskapsel in ihrer ganzen Ausdehnung zum Vorschein, so daß man sie jetzt bequem spalten kann.

Nunmehr erfolgt die Eröffnung des Gelenkes. Die Kapsel wird eröffnet, während man den das Bein extendierenden Assistenten das Femur recht nach außen rollen läßt. Dadurch spannt sich die Kapsel schön über den Kopf an. Nun faßt man dieselbe an

ihrem vorderen Ansatz am Trochanter mit einer Pincette, hebt sie in die Höhe, schneidet ein kleines Loch in dieselbe, so daß man die Knorpelfläche des Kopfes sieht, setzt in dieses Loch ein geknöpftes Messer ein und durchtrennt die vordere Kapselwand in voller Ausdehnung in der Richtung des Schenkelhalses bis zu ihrem vorderen Ansatz am Becken. Es fließt bei dieser Kapselöffnung nicht selten mehr oder weniger reichlich Synovia aus. Dieser eine Kapselschnitt genügt in der Regel, um den Schenkelkopf aus der Kapsel herauszuluxieren. Gelingt dies aber nicht, so spaltet man die Kapsel auch noch nach oben hin. Dies geschieht, indem man auf die Mitte des ersten noch einen zweiten senkrechten Schnitt aufsetzt. Man schneidet also die Kapsel in Form eines **T** ein. Zuweilen aber muß man die Kapsel auch noch nach unten hin einkerben, also einen Kreuzschnitt ausführen. Hat man so die Kapsel genügend eröffnet, so hängt der Kopf noch am Ligamentum teres, wenn ein solches vorhanden ist. Man schneidet dann das Ligament mit einer Schere zuerst am Kopf ab, faßt es mit einer festen Hakenzange, zieht es kräftig an und durchtrennt dann seinen Ansatz am unteren Pfannenrande. Nun liegt der Gelenkkopf völlig bloß, man kann ihn jetzt leicht beiseite schieben, so daß man mit dem Finger bequem die Pfanne untersuchen und dieselbe aushöhlen kann.


Fig. 281.

Die Bildung der neuen Pfanne ist der dritte Akt der Operation. Man benutzt hierzu verschiedene Größen bajonettförmig abgebogener scharfer Löffel oder den ausgezeichneten Knochenbohrer Doyens (Fig. 281). Die Hauptsache ist, zu wissen, daß die Pfannengegend bei der angeborenen Luxation selbst bei kleinen Kindern so dick ist, daß man die Pfanne bequem tief genug aushöhlen kann, ohne eine Perforation des Beckens befürchten zu müssen. Mit den scharfen Löffeln oder dem Doyenschen Bohrer schneidet man nun unter Führung des linken Zeigefingers das Knochenknorpelgewebe der alten Pfanne aus. Die ausgeschnittenen runden Hohlscheiben werden jedesmal gleich entfernt, damit sie später keine Störung bei der Wundheilung verursachen. Die neue Pfanne muß nicht nur tief, sondern auch breit genug angelegt werden. Man muß dabei ferner darauf Rücksicht nehmen, daß ihre Ränder recht scharf, überhängend gestaltet werden. Namentlich nach oben hin soll man dem Kopf eine gute Stütze bilden. Dies ist auch sehr leicht möglich, da gerade hier die Knochen sehr dick sind. Glaubt man, die neue Pfanne dem Schenkelkopf konform gebildet zu haben, so reponiert man den Schenkelkopf und sieht zu, ob derselbe auch wirklich in der Pfanne in allen Stellungen des Beines eine feste Stütze hat. Man wird dann oft noch finden, daß man die Pfanne nach der einen oder der anderen Seite hin etwas vertiefen muß. Ist die Pfanne ausgehöhlt, so tupft man sie mit sterilen Tupfern aus, um alle Knorpel- und Knochenkrümelchen aus derselben zu entfernen.

Nun folgt der letzte und wichtigste Akt der Operation: die Reposition des Schenkelkopfes. Sie ist bei jungen Kindern meist äußerst leicht auszuführen, bei älteren Patienten gelingt sie dagegen oft nur sehr schwer. Die Hindernisse, welche sich der Reposition in solchen Fällen entgegenstellen, liegen zum größten Teil in den Weich-

teilen, nur sehr selten bildet die Gestalt des Kopfes selbst ein Hindernis seiner Einstellung in die Pfannengrube. Die Verkürzung der Weichteile läßt sich durch starke Extension und ausgiebige Spaltung der vorderen Kapsel beseitigen. Hier und da wird es aber auch einmal notwendig sein, die Adduktorencoulisse mit dem Tenotom einzukerben oder die Tenotomie der Sehnen in der Kniekehle zu machen. Ist der Schenkelkopf stark deformiert, so wird er entsprechend zurechtgeschnitten oder ganz abgetragen, worauf der Rest des Schenkelhalses in die Pfanne eingestellt wird. Was den Akt der Reposition selbst anbetrifft, so vollzieht man ihn je nach dem vorliegenden Falle in verschiedener Weise. Man muß da probieren, wie es am besten geht. Das eine Mal genügt eine einfache Extension am Bein, das andere Mal muß man das Bein stärker abduzieren und nach einwärts rotieren. Wieder andere Male gelingt die Reposition am besten, wenn man das Bein im Hüft- und Kniegelenk beugen, dann kräftig extendieren und nach einwärts oder auswärts rotieren läßt, während man selbst einen kräftig reponierenden Druck auf den Trochanter ausübt. Wenn nach dem Einschnappen der Kopf aus seiner neuen Pfanne auch bei stärkerer Adduktion und Außenrotation nicht herausgeht, so kann man sicher sein, daß das Resultat der Operation ein gutes sein wird. Die Wunde wird dann tamponiert und ohne jede Naht aseptisch verbunden; darüber kommt für 3—4 Wochen ein Gipsverband, der das Bein in leichter Abduktion und Innenrotation fixiert. Durch ein Fenster wird am 4. Tage der Tampon entfernt und die Wunde zusammengezogen.

Aeußerst wichtig ist auch bei diesen Operationen die Nachbehandlung, die die Aufgabe hat, die Ankylosenbildung zu verhüten und gegen Kontrakturstellungen anzukämpfen. Am vorteilhaftesten geschieht dies durch eine methodische Massage- und Gymnastikkur, am besten mit Hilfe von Pendelapparaten. Natürlich sind alle Bewegungen des Gelenkes, besonders in der ersten Zeit, äußerst schmerzhaft; trotzdem kann man solchen Patienten das Umhergehen ermöglichen, wenn man ihnen einen das Becken und das erkrankte Bein umfassenden Schienenhülsenapparat verordnet, der dann zugleich die gewünschte Stellung des Hüftgelenkes festhält. Sollte ein Gelenk steif zu werden scheinen, so empfiehlt es sich, alle brüsken Bewegungen zu unterlassen und einen Streckverband anzulegen; es ist merkwürdig, wie sich die Steifigkeit der Gelenke dann bessert, wenn ein solcher Extensionsverband einige Zeit gelegen hat. Die Nachbehandlung nach der Operation ist, wie bei allen orthopädischen Operationen, ein Hauptfaktor für ihr Gelingen.

Es bleibt nun noch übrig, von den Resektionen die eigentlichen Gelenkresektionen zu besprechen. Dieselben werden zu orthopädischen Zwecken unternommen, einmal um veraltete Luxationen zu heilen oder durch Arthritis deformans zerstörte Gelenke wieder brauchbar zu machen, und dann zu dem Zweck, Ankylosen oder wenigstens straffere Gelenkverbindungen künstlich zu erzeugen, wie dies z. B. bei Schlottergelenken oder bei angeborenen Hüftverrenkungen älterer Patienten erforderlich sein kann.

Die Frage, ob man nach solchen Resektionen ein steifes oder ein bewegliches Gelenk erstreben soll, hängt im allgemeinen ab von dem Verhalten der Gelenkknorpel, der Gelenkbänder und Kapseln und vor

allem der Muskeln. Wenn die Gelenkknorpel noch teilweise erhalten und die Kapsel und Bänder nicht übermäßig stark geschrumpft sind und wenn vor allen Dingen die Muskeln des Gelenkes noch funktionsfähig sind, so ist Aussicht vorhanden, daß das Bestreben, ein bewegliches Gelenk zu erzielen, von Erfolg gekrönt sein wird.

Die Technik dieser Resektionen ist im allgemeinen dieselbe wie die der Resektionen überhaupt; sie sollen auch zu orthopädischen Zwecken möglichst schonend und subperiostal ausgeführt werden. Selbstverständlich schont man möglichst die Epiphysenknorpel und nimmt vom Knochen nicht mehr weg, als zur Ausgleichung der falschen Stellung unbedingt erforderlich ist.

Durchaus nicht so typisch verlaufen diese Resektionen, wenn sie zur Bekämpfung von Knochen- und Gelenktuberkulosen vorgenommen werden. Hier kommt es vor allem darauf an, alles Krankhafte möglichst ausgiebig zu entfernen, da anderenfalls der Zweck der Operation verfehlt wird. Ueber die Berechtigung dieser Operationen, die noch vor wenigen Jahren gang und gäbe waren, sind jetzt von fachorthopädischer Seite starke Bedenken erhoben worden, die sich auf die Statistiken der konservativen Behandlungsmethoden stützen. Die Erfolge der letzteren sind nämlich mindestens ebenso günstig, für Kinder sogar bedeutend günstiger. Auch der Einwurf der Anhänger des operativen Vorgehens, die Kosten der konservativen Behandlung seien höhere, ist nicht mehr stichhaltig, seit durch zahlreiche Polikliniken und durch Einführung der ambulanten Gipsverbände auch den Aermsten diese Behandlungsmethode zu Gebote steht. Gerade diese ambulante Behandlung schließt bedeutende Vorteile für das Allgemeinbefinden der Patienten in sich, während dasselbe durch eine eingreifende Operation sicher nachteilig beeinflußt wird. Für tuberkulöse Gelenkleiden älterer Erwachsener, besonders wenn sie die unteren Extremitäten betreffen, ist die Operation, zuweilen sogar die Amputation gerechtfertigt. Letztere ist besonders dann am Platze, wenn es sich äußerer Umstände wegen darum handelt, einen Patienten in möglichst kurzer Zeit gesund und arbeitsfähig zu machen. Im allgemeinen aber werden wir der konservativen Methode den Vorzug geben müssen.

Chondrektomie.

Gewissermaßen als eine Resektion ist weiterhin eine Operation zu bezeichnen, die Ollier unter dem Namen Chondrektomie erfunden und mit gutem Erfolge ausgeführt hat. Ollier hatte durch Tierversuche nachgewiesen, daß man durch Ausschalten der Epiphysenknorpel, von denen ja bekanntlich das Längenwachstum der Knochen ausgeht, das Wachstum der Knochen aufhalten und dessen Form und Richtung ändern kann. Auf solche Weise hervorgerufene Deformitäten kann man dann wieder durch weitere Operationen, die auf der nämlichen physiologischen Basis beruhen, korrigieren. Auf Grund dieser Tierversuche führte nun Ollier die Chondrektomie, d. h. also die teilweise oder vollständige Exstirpation der Epiphysenknorpel, beim Menschen ein.

Die Chondrektomie findet ihre Anwendung in Fällen von ungleicher Entwickelung der parallelen Knochen des

Vorderarmes und des Unterschenkels. Wenn der eine dieser beiden parallelen Knochen in seinem Wachstum stehen bleibt, der andere aber in normaler Weise weiterwächst, so resultieren, wie wir bereits früher besprochen haben, Deformitäten. Wenn man dann durch die Chondrektomie das Wachstum des im Verhältnis zu dem im Wachstum zurückgebliebenen Knochen relativ zu langen Parallelknochens hintanhält, kann man die Deformität allmählich korrigieren.

Als Beispiel führen wir einen Fall Olliers an. Infolge einer Osteomyelitis an der Diaphyse und Epiphyse des Radius war dieser im Wachstum zurückgeblieben, während die Ulna normal weitergewachsen war. Infolgedessen hatte sich das untere Gelenkende der Ulna nach hinten und unten luxiert, während die Hand gegen die Radialseite des Armes gedrängt wurde (Fig. 282). Ollier exstirpierte nun die untere Epiphyse der Ulna und erreichte dadurch Richtigstellung der Hand und ein gutes funktionelles Resultat.



Fig. 282.

Die Chondrektomie soll im allgemeinen nur an denjenigen Epiphysenknorpeln vorgenommen werden, die nicht intrakapsulär liegen. Die Operation selbst aber ist wirksamer und rationeller als die Resektion eines Teiles der Diaphyse und ist dann indiziert, wenn orthopädische Apparate sich nutzlos erwiesen haben und die Deformität bedeutende Störungen hervorruft. Ollier hat die Chondrektomie aus der Fibula mit Erfolg auch zur Heilung eines Klumpfußes verwendet, der nach Zerstörung der unteren Tibiaepiphyse mit nachfolgender Wachstumshemmung der Tibia entstanden war.

Totalexstirpationen einzelner Knochen.

Den Resektionen schließen sich die Totalexstirpationen einzelner Knochen an. Die völlige Herausnahme eines Knochens zu orthopädischen Zwecken wird vornehmlich am Fuße geübt. Hier ist es die Entfernung des Talus, die man zur Heilung hochgradiger Klumpfüße (Lund), oder auch wohl zur Korrektion unnachgiebiger Plattfüße (P. Vogt) ausführt. Außerdem ist aber auch schon das Os cuboïdes (Davy) und das Os naviculare (Trendelenburg) zu orthopädischen Zwecken exstirpiert worden.

Die Technik dieser Operationen ist ziemlich einfach. Man legt sich den betreffenden Knochen durch einen geeigneten Längs-, Bogen- oder Lappenschnitt ausgiebig frei, zieht die darüber hinweglaufenden Sehnen mit stumpfen Haken beiseite, schont sorgfältig das Periost, durchtrennt mit Messer oder Schere die Bandverbindungen und extrahiert den Knochen mit einer starken Zange. Dann wird sogleich die Korrektion der Deformität vorgenommen und eine passende Nachbehandlung eingeleitet. Diese ist eigentlich die Hauptsache bei dem ganzen Verfahren; denn ohne sie kehrt die Deformität sicher wieder.

Plastische Knochenoperationen.

Schließlich hätten wir noch der plastischen Knochenoperationen zu gedenken. Die Erfolge, welche König bei seiner Methode der Nasenplastik erzielt hatte, veranlaßten ihn, auch zur Operation der angeborenen Hüftgelenksverrenkung einen Periost-Knochenlappen aus dem Darmbein herauszumeißeln und denselben nach unten herunterzuklappen, um eine neue feste Pfanne zu erzielen. Die bisher ausgeführten Operationen sind jedoch nicht von dem gewünschten Erfolge begleitet gewesen, so daß König selbst seine Methode bald wieder aufgab. Indessen wurde der Gedanke von anderer Seite wieder aufgenommen. So vereinigte Kraske die Grundidee Königs mit der Codivillas in glücklicher Weise. Er reponierte zuerst den Schenkelkopf, entfernte dann den überhängenden Teil der Gelenkkapsel und vernähte den Kapselrest mit einem heruntergeklappten Periostlappen. Dadurch erreichte er ein festeres, strafferes, knöchernes Widerlager für den Femurkopf und damit ein glänzendes Resultat in dem nach dieser Methode operierten Falle.

Gute Erfolge erzielte auch Witzel, der mit seiner Methode ebenfalls darauf ausging, das Exkursionsfeld des Femurkopfes einzuengen und ihm einen besseren Halt zu gewähren. Sein Vorgehen war folgendes: Die kranke Extremität wurde kräftig extendiert, bis sie die Länge der gesunden erreichte, und in dieser Stellung eingegipst. Nach ein paar Tagen wurde durch ein Fenster im Gipsverbande die Hüftgelenksgegend freigelegt und desinfiziert. Quer über die Spitze des großen Trochanters wurde nun ein Schnitt geführt bis auf die Fascie, der obere Rand des Schnittes wurde stark nach oben verzogen, und nun wurden in einem Halbkreise nach hinten und oben von dem gut palpierbaren Kopf fünf vergoldete Nägel palisadenartig nebeneinander eingeschlagen, so daß dadurch ein Ausweichen des Kopfes verhindert wurde. Die Nägel hatten abgestumpfte Spitzen, waren 3 mm dick, 4 cm lang und wurden 2 cm tief in die Beckenwand eingeschlagen. Es folgte die Naht der Wunde und der aseptische Verband. Das Verhalten der in dieser Weise operierten Kinder unterschied sich in nichts von dem eines unblutig eingerenkten.

Die Nägel sollen teils mechanisch den Kopf vor einer Reluxation behüten, teils die Bildung eines knöchernen Limbus anregen.

Der Vollständigkeit halber sei hier noch eine Methode der plastischen Operation der angeborenen Hüftgelenksverrenkung erwähnt, die Garnier nach Sirauds Vorgang empfiehlt. Danach wird der große Trochanter abgemeißelt und mit Silberdrahtnähten oberhalb des

Schenkelkopfes an das Os ilei und den Schenkelkopf befestigt. Vom Schenkelkopf muß natürlich an der entsprechenden Stelle der Knorpel abgelöst werden, und ebenso muß das Darmbein angefrischt werden, wenn die beabsichtigte Ankylose der drei Knochen erzielt werden soll. Im übrigen läßt der Erfolg dieser bei einem 15-jährigen Patienten in Anwendung gekommenen Methode die Berechtigung eines so gefährlichen und technisch schwierigen Eingriffes recht zweifelhaft erscheinen.

Weiterhin gehören hierher die osteoplastischen Resektionen am Fuß nach Wladimiroff-Mikulicz, nicht weil sie eine Deformität am Fuße heilen könnten, sondern weil man mittelst derselben im stande ist, eine verkürzte Extremität zu verlängern. In diesem Sinne haben sie Rydygier, v. Bruns, v. Mikulicz, Samter, Mac Cormac, Wieting u. a. mit Erfolg bei Verkürzung des Beines nach Knieresektion, sowie bei Hackenfuß und paralytischen Klumpfüßen ausgeführt. Freilich kann man solchen Patienten auch durch Anlegung des Roseschen Zehschuhes helfen, der den Fuß in extremer Spitzfußstellung fixiert; sie sind aber dann Zeit ihres Lebens auf diesen Apparat angewiesen.

Eine andere Form der osteoplastischen Operationen stellt diejenige dar, bei welcher man zum Ausgleich einer Deformität einen Knochen in einen anderen implantiert. Als Beispiel dieser Operationsmethode sei das Vorgehen Alberts zur Heilung eines angeborenen totalen Defektes der Tibia genannt. Albert eröffnete, um dem Gliede des neun Monate alten Mädchens eine feste Stütze zu geben, das Kniegelenk, pflanzte die Fibula in die Fossa intercondylica femoris ein und erzielte eine knöcherne Vereinigung in einem fast gestreckten stumpfen Winkel. Auch J. Wolff ist in derselben Weise vorgegangen. — Die Implantation einzelner Knochenstücke zu Stützzwecken oder zur Vermeidung von Verkürzungen ist oben schon erwähnt worden.

Zu besprechen bleibt noch eine neuerdings von Ogston eingeführte Operation zur Beseitigung schwerer Klumpfüße bei kleinen Kindern. Sie bringt ein ganz neues Prinzip in Anwendung, nämlich die Entfernung der Knochenkerne aus den Fußwurzelknochen, speziell dem Talus. Man legt zu diesem Zwecke einen seitlichen Hautschnitt an, der vom äußeren Knöchel bis zum Calcaneo-Cuboidgelenk reicht, zieht alle Weichteile beiseite, durchschneidet den knorpeligen Teil des Talus und schiebt mittelst des scharfen Löffels den Knochenkern heraus. Das Fußgerüst wird dadurch weich und läßt sich nun mühelos redressieren. Meist ist jedoch die Tenotomie der Achillessehne erforderlich, um den Processus posterior calcanei herabzuholen. Die durch dieses Verfahren erzielten Resultate waren gute. Ogston konnte sogar durch Röntgenaufnahmen beweisen, daß seine Operation auch für das spätere Wachstum der Füße keine ungünstigen Folgen hatte. Es trat nämlich trotzdem eine ausreichende Ossifikation ein.

Im vergangenen Jahre hat nun Lauenstein diese Operation einer Nachprüfung unterzogen, indem er vier angeborene Klumpfüße in dieser Weise operierte. Es hat sich dabei herausgestellt, daß die Operation leicht ausführbar ist. Sind genügend Knochenkerne entfernt, so läßt sich die Klumpfußstellung überraschend leicht und vollständiger als nach den bisher bekannten Methoden ausgleichen. Die Retention hat sich Lauenstein dadurch erleichtert, daß er die Hacke

des operierten Fußes gegen die des gesunden stellte und durch ein Kissen oder Polster die Innenwände der Füße auseinanderhielt. Die Nachbehandlung scheint wesentlich kürzere Zeit in Anspruch zu nehmen als nach den sonstigen Behandlungsmethoden; LAUENSTEIN ließ schon nach 8 Wochen die Kinder mit festem Schuhwerk umhergehen, da sie mit der vollen Sohle auftraten. Die Reproduktion der ausgeschalteten Knochenkerne war, wie die Röntgenbilder zeigten, schon nach 6—8 Wochen vollendet; Wachstumsstörungen erscheinen also ausgeschlossen. Unentschieden ist noch die Frage, bis zu welcher Altersgrenze die OGSTONsche Operation vorzunehmen ist.

Arthrolysis.

Die von J. WOLFF empfohlene und in 10 Fällen mit günstigem Erfolge ausgeführte „Arthrolysis“ bezweckt die operative Wiederherstellung der Beweglichkeit eines fibrös oder knöchern ankylosierten Gelenkes mit Erhaltung der Gelenkenden. Wir schildern das Verfahren am besten an einem einschlägigen Falle J. WOLFFs. Die betreffende Patientin hatte nach einer ätiologisch nicht aufgeklärten, nicht eitrigen Entzündung des linken Ellbogengelenkes eine Ankylose zurückbehalten. Das Röntgenbild zeigte eine feste knöcherne Verwachsung der Gelenkenden, ein Befund, der durch die Operation bestätigt wurde. Alle drei Gelenkenden wurden vollständig skelettiert, die Gelenkoberflächen mittelst Meißels und scharfen Löffels geebnet und geglättet, bis sämtliche Bewegungen in normaler Exkursion ausgeführt werden konnten. Die tiefen Weichteile wurden durch Catgutnähte vereinigt und die Wunde durch Seidennähte ohne Drain geschlossen. Die Heilung trat per primam intentionem ein. Da die in ambulanter Behandlung vorgenommenen passiven Bewegungen äußerst schmerzhaft waren, wurde ein Gipsverband bei rechtwinklig gebeugtem Vorderarm angelegt und dann in täglich fortschreitenden Etappen — mehrmals in Narkose — das Maximum der Beuge- und Streckstellung erreicht. Von da an ließen sich die passiven und dann auch die aktiven Beugungen mit immer geringer werdender Schmerzhaftigkeit ausführen. Nach einem halben Jahre geschah die aktive schmerzlose Beugung bis zur normalen Exkursion von 20°, die aktive Pronation und Supination in einer Exkursion von 100°, die aktive Extension bis 150°. Sämtliche Bewegungen waren hinreichend kraftvoll. Daß sich in diesem Falle eine freie und breite Gelenkspalte gebildet hatte, konnte durch in verschiedenen Stellungen aufgenommene Röntgenbilder gezeigt werden.

Trotz ausgedehnter Skelettierung der Gelenkenden ist eine Nekrose derselben nach WOLFFs Erfahrungen nicht zu befürchten; auch die Entstehung eines Schlottergelenkes ist unmöglich. Aus diesen Gründen und im Hinblick auf das vorzügliche funktionelle Resultat kann ein Versuch mit dem Verfahren empfohlen werden.

Arthrodese.

Die künstliche Ankylosierung paralytischer Gelenke bezeichnet man nach dem Vorschlage ihres Urhebers ALBERT (1877) als Arthrodese. Diese Operation kommt in Betracht, wenn eine Kinderlähmung zu Schlottergelenken oder zu völliger Läh-

mung aller Muskeln der Extremität geführt hat. Man kann nun allerdings noch in diesen verzweifelten Fällen, wenigstens an der unteren Extremität, durch geeignete Apparate die Patienten auf die Beine bringen und ihnen mit Hilfe von Stützvorrichtungen auch eine Fortbewegung ermöglichen (Fig. 283). Allein die Patienten sind dann zeitlebens auf Apparate angewiesen, die doch immerhin kostspielig sind, häufig repariert werden müssen, oft auch Decubitus erzeugen und auf diese Weise mancherlei Unbequemlichkeiten mit sich bringen. Wenn man nun in solchen Fällen die Beine durch künstliche Versteifung der Gelenke gewissermaßen in lebendige Stelzen verwandelt, so ist das ein großer Gewinn für die betreffenden Patienten, da sie dann vollständig unabhängig von Apparaten sind, oder doch wenigstens mit ganz einfachen auskommen.



Fig. 283.

Die Arthrodesen können nun aber nicht nur an der unteren Extremität, sondern auch an der oberen indiziert sein. Eine obere Extremität, deren Schultermuskeln vollständig gelähmt sind, ist, selbst wenn die Vorderarmmuskulatur noch funktionsfähig wäre, für den Patienten ein völlig nutzloses Anhängsel. Mit den funktionierenden Mm. pectoralis major und latissimus dorsi können nur Schleuderbewegungen gemacht werden. Fixiert man aber in einem solchen Falle den Oberarm durch Arthrodese an das Schulterblatt, so kann mit der Scapula der Arm gehoben werden, mit dem Pectoralis major und Latissimus dorsi eine zweckmäßige Adduktion resp. Abduktion ausgeführt werden (J. Wolff, Heineke, Karewski). Nach Vulpius stellt die Arthrodese das Normalverfahren bei einer Monoplegie der Schulter dar, mit dessen Erfolgen sich die Leistung eines orthopädischen Apparates keinesfalls messen kann. Vulpius hat in sechs einschlägigen Fällen die Arthrodese ausgeführt und in vier derselben das Resultat jahrelang kontrolliert; es war funktionell äußerst günstig.

Freilich darf das Gelenk nur dann geopfert werden, wenn die Wiederkehr aktiver Beweglichkeit vollkommen ausgeschlossen ist, also keineswegs vor Ablauf eines Jahres nach Eintritt der Lähmung. Eine Wachstumsverkürzung durch die Operation ist nicht zu befürchten. Bezüglich der Technik ist der Längsschnitt zu bevorzugen. Die Gelenkkapsel wird dann zum größten Teile exstirpiert, der Humeruskopf luxiert, sein Knorpelüberzug abgeschält und der Knorpel der Pfanne mit dem scharfen Löffel herausgeschält. Zwei im Kopf sich kreuzende Silberdrähte werden dann durch das Acromion bezw. die Cavitas glenoidalis oder das Coracoid gelegt und festgedreht, während der Arm in mäßiger Abduktion, leichter Innenrotation und deutlicher Hebung gehalten wird. Die Ruhigstellung des Armes geschieht am zweckmäßigsten im Gipsverbande; keinesfalls darf die Fixationsperiode unter 10 Wochen dauern; am besten läßt man sie 3 Monate währen und verlängert sie nach Möglichkeit durch Tragenlassen einer Lederhülse. Dieser Apparat soll dann bis zur vollständigen Ankylosierung getragen werden, d. h. noch 2—3 Monate. Ein solches Verfahren vermag dann in der Tat eine Verödung des Schultergelenkes, eine wirklich ossäre Ankylose, zu erzeugen.

Eine Arthrodese im Ellbogengelenk ist nur gestattet, wenn auch kein einziger Muskel mehr vorhanden ist, welcher im stande wäre, den Vorderarm gegen den Oberarm zu beugen. Mit dem rechtwinklig festgestellten Ellbogengelenk aber könnte der Patient doch einigermaßen die Bedürfnisse des täglichen Lebens verrichten.

Wann soll nun die Arthrodese vorgenommen werden? Es ist das eine berechtigte Frage, da man doch ein an sich im großen und ganzen gesundes Gelenk, das eigentlich nur durch die Untätigkeit der Muskulatur funktionsunfähig ist, durch die Operation zerstört, um dadurch zu einem schon bestehenden pathologischen Zustand einen neuen zuzugesellen. Karewski hat diese Frage richtig beantwortet. Nach den Erfahrungen der Chirurgen und der Nervenärzte bleibt ein gelähmter Muskel, der bei beständiger, zweckmäßiger Behandlung in einem Zeitraum von 6—9 Monaten seine Funktion nicht wiedererhalten hat, dauernd gelähmt. Mit dieser Tatsache ergibt sich aber die Antwort auf unsere Frage von selbst. Die Arthrodese ist nur dann auszuführen, wenn man alle Hilfsmittel der Behandlung in der von uns geforderten rationellen Weise während mindestens $^3/_4$ Jahren versucht, aber keinen Erfolg erzielt hat.

Die Arthrodese erstrebt in jedem Falle eine knöcherne Verwachsung der Gelenkenden. Die knöcherne Ankylose wird allerdings nicht immer erreicht. Dann muß man sich mit einer fibrösen Verwachsung begnügen. Ist diese straff, so daß sie dem Gelenke den nötigen Halt gewährt, so ist der Zweck der Operation auch erreicht; ist sie dagegen schlaff oder wieder schlotterig, so ist die Operation mißglückt.

Die gewünschte knöcherne Ankylose läßt sich nur durch eine blutige Eröffnung der Gelenke, Anfrischung der Gelenkenden und direkte Vereinigung derselben erreichen. Versuche, die Gelenke durch lange dauernde Fixation in festen Verbänden zur Verödung zu bringen, gaben infolge der mangelhaften vitalen Energie der gelähmten Glieder keine genügende Festigkeit, ebensowenig Versuche, diese letztere durch das Eintreiben von

Nägeln und nachfolgende Fixation der Gelenke in Gipsverbänden zu erzielen (PETERSEN).

Die einzelnen Akte der Arthrodese sind eigentlich die der Resektion der Gelenke. Die letzteren werden durch Längs- und Querschnitte eröffnet. Dann werden die Gelenkenden möglichst oberflächlich angefrischt. Die Anfrischung soll aber keine ganz ebene sein. Man macht vielmehr entweder eine bogenförmige Resektion nach HELFERICH oder man fügt nach der Empfehlung DOLLINGERS, um ja recht sicher eine knöcherne Verwachsung zu erzielen, dem ersten Sägeschnitt am besten noch einige senkrecht auf demselben aufstehende Kreuzschnitte hinzu. Selbstverständlich werden die Epiphysenknorpel stets geschont. Man sucht einen Zustand möglichst ähnlich einem subkutanen Knochenbruch herbeizuführen. Deshalb erstrebt man auch ein tüchtiges Blutextravasat und sucht außerdem noch die sich berührenden Knochenenden möglichst genau aneinander zu fixieren. Dies geschieht durch Naht mit Silberdraht oder durch Einschlagen langer vernickelter Nägel nach HAHN, oder durch Einschlagen von Elfenbeinstiften (KAREWSKI). Nagelt man, so darf man bei den weichen Knochen der gelähmten Glieder mit den Nägeln nicht sparsam sein; jedenfalls müssen dieselben auch den zweiten Knochen vollständig durchdringen. Die Synovialis der Gelenke läßt man bei der Operation ganz unberührt; sie zu exstirpieren, wie dies ZINSMEISTER vorschlug, ist unnötig.

Die Nachbehandlung ist eine einfache. Die Wundheilung erstrebt man nach exaktester Ausführung der Operation unter dem SCHEDEschen Blutschorf.

Den Silberdraht und die Elfenbeinnägel kann man einheilen lassen. Die vernickelten Nägel werden nach etwa 3 Wochen extrahiert, wenn sie sich gelockert haben. Dann werden wieder Kontentivverbände angelegt, bis die erstrebte Ankylose eingetreten ist. Um die an und für sich schon so weichen Knochen durch zu lange Untätigkeit nicht noch mehr atrophieren zu lassen, tut man gut, die fest geschienten Glieder möglichst früh gebrauchen zu lassen.

Die Arthrodese ist, in der beschriebenen Weise ausgeführt, eine ungefährliche Operation. Dieselbe ist jetzt von verschiedenen Operateuren schon sehr oft gemacht worden, ohne daß ein Unglücksfall berichtet worden wäre. Man kann die Arthrodese daher an mehreren Gelenken desselben Individuums in einer Sitzung vornehmen. So habe ich an einem total an den unteren Extremitäten gelähmten Kinde ohne jeden störenden Zwischenfall und mit Erfolg in einer Sitzung beide Kniegelenke und das eine Fußgelenk verödet. Durch eine solche einzige Operation wird jedenfalls das Krankenlager ganz bedeutend abgekürzt, und das ist schon ein großer Gewinn.

BIDONE hat vor kurzer Zeit die Arthrodese auch experimentell zu stützen gesucht. Die bisher mit der noch jungen Operation erreichten Resultate fordern entschieden zu weiterer Vervollkommnung derselben auf.

Als bedeutende Vervollkommnung dieser Art wäre es zu bezeichnen, wenn wir die Möglichkeit in der Hand hätten, die Knochenbildung zwischen den vereinigten Sägeflächen zu befördern. In der Tat sind derartige Versuche gemacht worden. Wir wollen diese Versuche, eine künstliche Vermehrung der Knochenneubildung zu

erzielen, an dieser Stelle besprechen, obgleich sie zu orthopädischen Zwecken nicht allein bei der Arthrodese in Betracht kommen, sondern ebenso auch zur Steigerung des physiologischen Knochenwachstums, um mittelst derselben eine Verlängerung von verkürzten Gliedern zu erzielen, wie dies bei der spinalen Kinderlähmung, bei den angeborenen einseitigen Hüftgelenksluxationen und bei vielen anderen angeborenen Deformitäten wünschenswert sein kann.

Die ersten hierhergehörigen Versuche hat OLLIER gemacht. Dieselben fußten meist auf experimentellen Untersuchungen, teils auf der durch die klinischen Beobachtungen von vielen Seiten festgestellten Tatsache, daß chronisch-entzündliche Prozesse an der Diaphyse der Knochen durch Fortleitung der Reize auf die Epiphysenknorpel ein pathologisches Längenwachstum der betreffenden Knochen herbeizuführen vermögen. Durch wiederholte Kauterisationen der Diaphyse der Knochen, durch wiederholte Periostskarifikationen, durch Einschlagen von Nägeln in die Diaphysen suchte OLLIER gewissermaßen einen pathologischen Reiz auf die Epiphysen auszuüben und konnte auf diese Weise in der Tat z. B. die Länge von Tibien um 15—20 mm vermehren.

Weiterhin haben MAAS und SCHMIDT einschlägige Experimente gemacht. Bei jungen Kaninchen pinselten sie eine Extremität von der Geburt ab längere Zeit mit Jodtinktur und fanden dabei, daß die Knochen dieser Extremität stets meßbar länger und schwerer wurden als die entsprechenden Knochen der anderen Seite. Bei der Einfachheit des Verfahrens ist dasselbe in geeigneten Fällen sicher empfehlenswert. So bepinsele ich die durch Arthrodese verödeten Gelenke noch lange Zeit hindurch mit Jodtinktur und habe damit augenscheinliche Erfolge erzielt, namentlich dann, wenn ich dies Verfahren mit dem von HELFERICH angegebenen Verfahren kombiniert habe.

Ausgehend von theoretischen Erwägungen, welche es wahrscheinlich machen, daß eine längerdauernde Hyperämie die Knochenproduktion anzuregen vermag, und gestützt auf vielfache klinische Erfahrungen sowie pathologische Präparate, welche direkt bewiesen, daß lokale Stauungen im Blutkreislaufe nicht nur Knochenverlängerungen bei jugendlichen Individuen, sondern auch Knochenverdickungen bei Erwachsenen zu erzeugen im stande sind, hat HELFERICH gelehrt, eine Vermehrung regenerativer Knochenneubildung dadurch zu erzielen, daß man die betreffende Extremität oberhalb der zu beeinflussenden Stelle durch Umschnürung mit einem Gummischlauch in den Zustand einer geringen Stauungshyperämie versetzt. Man legt also z. B. bei einem Falle von Kinderlähmung oder bei einer einseitigen angeborenen Hüftgelenksverrenkung mit Verkürzung der Extremität oder bei einer Arthrodese am Knie um das obere Ende des Oberschenkels einen mittelstarken elastischen Gummischlauch in derselben Weise an, als wollte man einen ESMARCHschen Schlauch anlegen. Man zieht aber den Gummischlauch nicht so fest an, daß er die Zirkulation ganz unterbricht, sondern nur so fest, daß er eine Erschwerung des venösen Rückflusses des Blutes aus der Peripherie des Gliedes bewirkt. Das letztere wird dann nach kurzer Zeit livide gefärbt sein, auch stellt

sich wohl ein Oedem ein, das man aber durch Kompression mit einer Binde beherrschen kann. Es ist zweckmäßig, den Patienten erst an den Schlauch zu gewöhnen, indem man letzteren in der ersten Zeit nur stundenweise liegen läßt.

Die auf diese Weise erzeugte Hyperämie vermag nur dann zur Knochenproduktion beizutragen, wenn diese Produktion überhaupt angeregt ist. Nur die Steigerung einer aus anderer Ursache bedingten und hervorgerufenen Knochenneubildung kann so erreicht werden. Daß das Verfahren aber in den genannten Fällen mit Erfolg verwendet werden kann, das lehren die klinischen Erfahrungen von Helferich und Schüller, denen ich auch meine erfolgreichen Bemühungen anreihen kann. Schüller hat das Helferichsche Verfahren auch auf das rhachitische Genu valgum übertragen und auch bei diesen Erkrankungen einen guten Erfolg gehabt, allerdings indem er das Helferichsche Verfahren mit dem Einschlagen von Nägeln in den Knochen verband.

Kommen wir nun wieder auf die Anregung der Knochenbildung bei den Arthrodesen zurück, so empfehlen wir, nach vollendeter Wundheilung die ganze Umgegend des Gelenkes mit Einschluß der Epiphysenknorpel alle 2—3 Tage mit Jodtinktur zu bepinseln und gleichzeitig an dem zentralen Ende des Gliedes den Gummischlauch nach Helferich anzulegen.

Erwähnt sei noch, daß in jüngster Zeit der Versuch gemacht worden ist, die Arthrodese wenigstens am Fuß durch eine Sehnenplastik zu ersetzen. Durch Verkürzung und Ueberpflanzung verschiedener Sehnen gelingt es unschwer, eine federnde „tendinöse Fixation“ des Fußes zu erzielen. Diese Operationen sind noch zu neu, um schon ein endgültiges Urteil über ihre Leistungsfähigkeit zuzulassen. Vielleicht wäre es auch praktisch, die Arthrodese mit der „tendinösen Fixation“ zu kombinieren.

Amputationen.

Die Absetzung von Gliedern, die Amputation, kommt für den Orthopäden glücklicherweise nur dann in Betracht, wenn es sich um die Entfernung angeborener überzähliger Gliedteile handelt, oder wenn einzelne Teile der Extremitäten durch partiellen Riesenwuchs so stark vergrößert oder so mißgebildet sind, daß sie die Gebrauchsfähigkeit der ganzen Extremität in Frage stellen. Man vollzieht dann im gegebenen Falle diese Amputationen in typischer Weise. Im übrigen bieten die Amputationen für den Orthopäden nur ein mehr nachträgliches Interesse, indem für derartig Operierte die Anfertigung passender Prothesen in Frage kommt.

Wir haben nunmehr die einzelnen Operationen am Skelettsystem, die für die orthopädische Chirurgie in Frage kommen, aufgezählt. Völlig erschöpfen können wir sie nicht; denn das Gebiet der orthopädischen Chirurgie ist noch im Wachsen begriffen. Unter der Hand des ausgebildeten Chirurgen wird noch manche Deformität dem Messer zugänglich sein, die man sonst für unheilbar gehalten hat. Der Grundsatz, möglichst konservativ zu sein, steht hier obenan. Die „operationslustige“ Zeit, die sich an Listers segensreiche Erfindung anschloß, ist vorüber. In jedem Falle wird man jetzt das blutige und das unblutige Verfahren sorgsam abwägen und dabei bedenken, daß

trotz aller peinlichen Vorsicht doch einmal die aseptische Operation mißglücken kann. Das Leben des Patienten ist durch die Deformität selbst ja fast niemals bedroht. Man operiert doch nur aus funktionellen oder kosmetischen Gründen und wird daher erst zur Operation schreiten, wenn diese den meisten Erfolg verspricht.

Literatur.

Adams, *A new operation for bony ankylosis of the hip-joints. London 1871.*
Archambaud, *Traitement des Ankyloses. Annales de chir. et d'orthopédie, T. XV No. 8.*
Baatz, *Eine neue Methode der Hüftgelenkresektion. Diss. Greifswald, 1893.*
Bardenheuer, *Resektion der Gelenkpfanne der Hüfte. Deutsche med. Wochenschr., 1890, No. 19.*
Berend, *Application de l'osteotomie à l'orthopédie. Berlin, Hirschwald, 1862.*
Derselbe, Sur une méthode d'extension brusque. Berlin, Hempel, 1856.
Bier, *Hyperämie als Heilmittel. Leipzig, Vogel, 1903.*
Billroth, *Osteoplastische Miszellen. Arch. f. klin. Chir., 1862.*
Derselbe, Ueber die Verwendung von Bildhauermeißeln bei Osteotomieen. Wien. med. Wochenschr., 1870.
Blanchard, *Rapid osteoclasis for the correction of rhachitic deformities. Transact. of the americ. orthop. association, 1900.*
Blenke, *Ein Beitrag zur Lehre der Kontrakturen und Ankylosen im Hüftgelenk. Zeitschr. f. orth. Chir., Bd. 6.*
Bosch, *Ueber Osteotomie. Diss. Bonn, 1891.*
Bradford *and* **Lovett**, *Treatise on orthop. surgery. II. Aufl., London 1900.*
v. Brunn, *Ueber suprakondyläre Osteotomie des Femur. Beitr. z. klin. Chir., Bd. 40, Heft 1.*
Büdinger, *Lineäre Osteotomie des Schenkelhalses etc. Wien. klin. Wochenschr., 1896, No. 32.*
Calot, *Traitement de la bosse du mal de Pott. Internat. med. Kongreß, Moskau 1897.*
v. Chlumsky, *Ueber die Wiederherstellung der Beweglichkeit des Gelenkes bei Ankylosen. Centralbl. f. Chir., 1900, No. 37.*
Coville, *Traitement des ankyloses vicieuses de la hanche. Thèse de Paris, 1899.*
Elten, *Zur Behandlung des Plattfußes mit gewaltsamer Einrichtung. Monatsschr. f. Unfallheilkunde, 1900, No. 9.*
Euringer, *Ein Beitrag zur Arthrodesis paralytischer Gelenke. Mitteil. a. d. chir.-orth. Klinik v. Dr. Hoffa, München 1899.*
Frommholz, *Zur Geschichte der Tarsektomie bei Klumpfuß. Diss. Würzburg, 1903.*
Gennerich, *Ueber schwere rhachitische Kurvaturen. Diss. Kiel, 1901.*
Graff, *Einige neue orthopädische Apparate. Zeitschr. f. orth. Chir., Bd. 9.*
Gussenbauer, *Die Methoden der künstlichen Knochentrennung. Arch. f. klin. Chir., Bd. 18.*
Habs, *Ueber die Biersche Stauung. Münch. med. Wochenschr., 1903, No. 22.*
Helferich, *Ueber die künstliche Vermehrung der Knochenneubildung. Arch. f. klin. Chir., Bd. 36, Heft 4.*
Henle, *Zwei Fälle von ischämischer Kontraktur etc. Zeitschr. f. orth. Chir., Bd. 11.*
Heusner, *Ueber Osteoklase und Osteoklasten. München 1901.*
Derselbe, Demonstration neuer Apparate zur Behandlung des Klumpfußes. Zeitschr. f. orth. Chir., Bd. 12.
Hoeftmann, *Zur Behandlung des Genu valgum. Zeitschr. f. orth. Chir., Bd. 11.*
Hoffa, *Lehrbuch der orthopädischen Chirurgie. 4. Aufl., Stuttgart 1902.*
Derselbe, Verletzungen und Erkrankungen der Hüfte. Handb. d. prakt. Chir., 2. Aufl., 1903.
Derselbe, Die Osteotomie in der Behandlung der Hüftgelenksdeformitäten. Festschr. d. physik.-med. Gesellschaft, Würzburg 1899.
Derselbe, Die blutige Operation der angeborenen Hüftgelenksverrenkung. Internat. med. Kongreß, Paris 1900.

Hoffa, *Ueber doppelseitige Kniegelenksresektion. Münch. med. Wochenschr., 1885, No. 32.*
Derselbe, *Ueber doppelseitige Hüftgelenksresektion. Physik.-med. Gesellsch. Würzburg, 1885.*
Derselbe, *Die Kniegelenksresektion bei Kindern. Arch. f. klin. Chir., Bd. 32, Heft 4.*
Derselbe, *Gelenktuberkulose. Internat. med. Kongreß, Madrid 1903.*
Hofmeister, *Ueber Verkrümmungen des Beines nach Kniegelenkresektion im Kindesalter. Beitr. z. klin. Chirurgie, Bd. 37, Heft 1—2.*
Hopkins, *A further consideration of a modified form of osteotomy etc. Americ. journal of orth. surg., August 1903.*
Joachimsthal, *Lineäre oder keilförmige Osteotomie? Berl. klin. Wochenschr., 1892, No. 54.*
Jonnesko, *La reduction des gibbosités pottiques. Internat. med. Kongreß, Moskau 1897.*
Joseph, *Die Streckung des Pottschen Buckels. Berl. klin. Wochenschr., 1901, No. 37—38.*
Karasiewicz, *Ueber Arthrodese bei spinaler Kinderlähmung. Diss. Königsberg, 1894.*
Karewski, *Die chirurgischen Krankheiten des Kindesalters. Stuttgart, Enke, 1894.*
Käss, *Ueber Osteotomia subtrochanterica. Diss. Bonn, 1898.*
Kirmisson, *Les difformités acquises. Paris 1902.*
Kölliker, *Osteotomie und Osteoklase. Arch. f. klin. Chir., Bd. 62, Heft 1—2.*
König, *Die Tuberkulose der Knochen und Gelenke. Berlin, Hirschwald, 1884.*
Derselbe, *Die tuberkulöse Coxitis wesentlich des Kindesalters. Deutsche Klinik, Bd. 8.*
Derselbe, *Kniegelenkstuberkulose. Berl. klin. Wochenschr.*
Derselbe, *Lehrbuch der spez. Chirurgie. 7. Aufl.*
Klapp, *Ueber die Behandlung von Gelenkergüssen mit heißer Luft. Münch. med. Wochenschr., 1900, No. 23.*
Kondring, *Ueber Osteotomia subtrochanterica obliqua. Diss. Würzburg, 1899.*
Kümmell, *Ueber Knochenimplantation. Deutsche med. Wochenschr., 1891, No. 11.*
Küstner, *Zwei Fälle von Osteoklase wegen nicht reduzierbarer Luxation der Hüfte. Halle 1873.*
Kuhlemann, *Ueber die Veränderungen in den Gelenken bei andauernder Ruhigstellung. Diss. Kiel, 1895.*
v. Langenbeck, *Die subkutane Osteotomie. Deutsche Klinik, 1854, No. 30.*
Lauenstein, *Zu Ogstons Operation des rebellischen Klumpfußes. Centralbl. f. Chir., 1903, No. 39.*
Lorenz, *Die Behandlung der Hüftankylosen. Berliner Klinik, Heft 96.*
Derselbe, *Orthopädie der Hüftgelenkskontrakturen und -ankylosen. Wien, Hölder, 1889.*
Luksch, *Zur Technik der keilförmigen Osteotomie der Tibia. Wiener klin. Wochenschr., 1900, No. 18.*
Mahr, *Ueber Verkrümmungen des Beines nach Resektion des Kniegelenkes im Kindesalter. Diss. Kiel, 1903.*
Mann, *Die Osteotomie bei Verkrümmungen der Gliedmaßen. Diss. Erlangen, 1890.*
Mayer, *Zur Redression des Klumpfußes beim Erwachsenen. Zeitschr. f. orth. Chir., Bd. 12.*
Mencière, *Ostéotome-revolver etc. Arch. provinc. de chir., 1903, No. 1.*
Niendorf, *Beitrag zur Behandlung der Ankylosen und Kontrakturen des Hüftgelenkes. Diss. Halle, 1893.*
Ogston, *A new principle of curing club-foot. Brit. med. journal, 1902, June 21.*
Ollier, *Traité des resections et des opérations conservatrices etc. Paris, Masson.*
Payr, *Ueber tödliche Fettembolie nach Streckung von Kontrakturen. Münch. med. Wochenschr., 1898, No. 36.*
Derselbe, *Weitere Beiträge zur Kenntnis des fettembolischen Todes. Zeitschr. f. orth. Chir., Bd. 7.*
Péraire, *Tarsectomie pour pied bot congénital. Bull. et mém. de la soc. anatom. de Paris, 1903, No. 6.*
Popper, *Zur Arthrodese bei Schlottergelenken. Wien. klin. Rundschau, 1900, No. 20.*
Port, *Die Behandlung der Gelenktuberkulose. Nürnberg 1902.*
Preindlsberger, *Ein Fall von Fettembolie nach Redressement. Zeitschr. f. Heilkunde, Bd. 34, Heft 3.*
Pupovac, *Zur Technik der Nearthrosenbildung. Wien. klin. Wochenschr., 1902, No. 34.*
Quénu, *Traitement des ankyloses par l'interposition fibreuse et musculaire. Annales de chir. et d'orthopédie, T. XV, No. 7.*
Redard, *Traité pratique de chir. orthopédique. II. Aufl., Paris 1903.*
Reiner, *Die Zirkumferenzosteotomie. Zeitschr. f. orth. Chir., Bd. 11.*
Derselbe, *Ueber die unblutig operative Epiphyseolyse. Zeitschr. f. orth. Chir., Bd. 11.*
Derselbe, *Epiphyseolyse mit subkutaner Periosteotomie. Zeitschr. f. orth. Chir., Bd. 12.*
Rhea Barton, *On the treatment of ankylosis by the formation of artificial joints. Americ. med. and. surg. journal., April 1827.*

Rizzoli, *Nuovo applicazione della frattura artificiale del femore. Bologna 1859.*
Sarrazin, *Ueber die doppelseitige Hüftgelenksresektion. Diss. Jena, 1892.*
Schanz, *Das Redressement schwerer habitueller Skoliosen und Kyphosen. Wien. klin. Rundschau, 1902, No. 51.*
Schwarzenbeck, *Ueber die Behandlung der Hüftgelenksankylose etc. Diss. Halle, 1898.*
Staffel, *Einige Bemerkungen über das Brisement forcé. Arch. f. Orthopädie, Bd. 1, Heft 1.*
Steusloff, *Ein Beitrag zur Resectio coxae. Diss. Würzburg, 1894.*
Taylor, *The surgery of rickets. The journal of the americ. med. assoc., 1902, Oct. 11.*
Derselbe, The mechanical and operative treatment of rhachitic deformities etc. Americ. journal of orthop. surg., Bd. 1, Heft 1.
Tichauer, *Ueber die Anwendung der schiefen Osteotomie bei Deformitäten des Hüftgelenks. Diss. Würzburg, 1896.*
Umbreit, *Ein Beitrag zur Behandlung der kongenitalen Hüftgelenksluxation. Diss. Freiburg, 1903.*
Vincent, *Resection pathologique de la hanche. Paris 1895.*
Derselbe, Osteotomie und Ostectomie fémorale etc. Revue de chirurgie, T. XXII, No. 10.
Vogel, *Einige Apparate zur gewaltsamen Redression von Fußdeformitäten. Zeitschr. f. orth. Chir., Bd. 11.*
Volkmann, *Ueber die Osteotomia subtrochanterica. Centralbl. f. Chir., 1874, No. 1.*
Vulpius, *Die orthopädisch-chirurgische Behandlung der Gelenkkrankheiten an der unteren Extremität. Klin. therap. Wochenschr., 1900, No. 48—51.*
Derselbe, Ueber die Arthrodese des paralytischen Schlottergelenkes der Schulter. Arch. f. klin. Chir., Bd. 69, Heft 1—2.
Walter, *Zur operativen Behandlung der kongenitalen Hüftgelenksluxation. Diss. Freiburg, 1903.*
Whitman, *Orthopedic surgery. London 1901.*
Derselbe, A new method of correct flexion deformity of the knee-joint. Americ. journal of med. sciences, May 1903.
Wieting, *Ueber die Verwertbarkeit der Mikuliczschen Fußplastik. Zeitschr. f. orth. Chir., Bd. 11.*
Witzel, *Ein operatives Verfahren zur Behandlung der Luxatio coxae cong. Centralbl. f. Chir., 1901, No. 40.*
Wolff, *Das Gesetz von der Transformation der Knochen. Berlin, Hirschwald, 1892.*
Derselbe, Osteoplastische Operationen mittelst Verschiebung von Knochenstücken. Berl. klin. Wochenschr., 1894, No. 6.
Derselbe, Zur Arthrolysis cubiti. Berl. klin. Wochenschr., 1897, No. 46.
Derselbe, Ein weiterer Fall von Arthrolyse. Arch. f. klin. Chir., Bd. 64, Heft 4.
Derselbe, Zur Resectio cubiti im Kindesalter. Arch. f. klin. Chir., Bd. 64, Heft 4.
Wullstein, *Die Skoliose etc. Zeitschr. f. orth. Chir., Bd. 10.*
Derselbe, Die Behandlung der tuberkulösen Spondylitis. Orthopädenkongreß 1903.

